VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
ГИДРОСФЕРЫ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Лимнологический институт

Научный совет по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Ихтиологическая комиссия

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГИДРОСФЕРЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Редколлегия:

академик В. Е. СОКОЛОВ — председатель

кандидат экономических наук С. А. СТУДЕНЕЦКИЙ — зам. председателя

доктор биологических наук Л. С. БЕРДИЧЕВСКИЙ — зам. председателя

кандидат технических наук П. Я. ВОЛЬСКИЙ — ученый секретарь

член-корреспондент АН СССР
А. П. АНДРИЯШЕВ

доктор биологических наук
И. А. БАРАННИКОВА

доктор географических наук
Н. В. БУТОРИН

доктор биологических наук
М. Е. ВИНОГРАДОВ

член-корреспондент АН СССР
Г. В. ВОРОПАЕВ

член-корреспондент АН СССР
А. В. ЖИРМУНСКИЙ

доктор экономических наук
Н. М. ЗАГЛУБОЦКИЙ

член-корреспондент АН УССР
В. Е. ЗАИКА

кандидат экономических наук
В. В. ИВЧЕНКО

доктор биологических наук
Б. Г. ИОГАНЗЕН

доктор биологических наук
Б. Н. КАЗАНСКИЙ

доктор биологических наук
С. В. КОНОВАЛОВ

доктор экономических наук
М. Я. ЛЕМЕШЕВ

доктор биологических наук
П. А. МОИСЕЕВ

доктор биологических наук
Д. С. ПАВЛОВ

доктор биологических наук
Н. В. ПАРИН

доктор биологических наук
Т. А. РАСС

член-корреспондент АН СССР
О. А. СКАРЛАТО

доктор биологических наук
С. Г. СОИН

академик
Н. П. ФЕДОРЕНКО

доктор биологических наук
М. И. ШАТУНОВСКИЙ

доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

кандидат биологических наук
Е. А. ЯБЛОНСКАЯ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Ответственные редакторы тома:

доктор биологических наук
Л. С. БЕРДИЧЕВСКИЙ

член-корреспондент АН СССР
Г. И. ГАЛАЗИЙ

доктор биологических наук
Б. Г. ИОГАНЗЕН



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1984

УДК 639.2/3 : 571./5 + 5 — 012

Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984 г.

Сборник продолжаст серию «Биологические ресурсы гидросферы и их использование». Освещаются оостояние и перспективы использования биологических ресурсов внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока.

Для ихтиологов, гидробиологов, работников рыбного хозяйства.

Б $\frac{2001050100 - 030}{042(02) - 84}$ 255-84-1

© Издательство «Наука», 1984 г.

УДК 639.2.03

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКО-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

А. Н. ГУНДРИЗЕР, В. К. ПОПКОВ

Алтайско-Саянская горная система относится к горному поясу Южной Сибири, занимая западную его часть. В статье приведены сведения о биологических ресурсах водоемов Алтайско-Саянской горной системы и путях их рационального использования в пределах Тувинской АССР и Горно-Алтайской автономной области. Территория этих административных районов расположена большей частью в пределах рассматриваемой горной системы и включает основные водные ресурсы данного региона.

Краткая история исследований. В истории исследований биологических ресурсов Горного Алтая выделяются три периода. Первый начался еще в XVII в. со сборов общих сведений о гидрографической сети Сибири. К концу этого периода были выявлены видовой состав и распространение преимущественно основных промысловых рыб Горного Алтая [Гундризер, 1968].

Второй период начался в середине XIX в. К концу этого периода видовой состав рыб Горного Алтая насчитывал 23 формы. Были описаны новые для науки виды и разновидности рыб. Многие из них после ревизии сведены в синонимы. Пополнились сведения и о других гидробионтах.

Третий, советский период исследований характеризуется постановкой широких гидробиологических и ихтиологических исследований, созданием Алтайского государственного заповедника, наблюдательных пунктов и т. д.

Большое значение в исследовании водоемов Горного Алтая имели экспедиции Государственного гидрологического института под руководством С. Г. Лепневой [1933].

С 1936 по 1950 г. гидробиологические исследования в Горном Алтае проводит Кафедра ихтиологии и гидробиологии Томского университета под руководством Б. Г. Иоганзена. В течение этого периода более подробно были изучены личинки хирономид (В. М. Круглова), пресноводные моллюски (Б. Г Иоганзен), ручейники (С. Г. Лепнева), зоопланктон (В. Н. Грезе). Эти материалы частично опубликованы (см.: Тр. ТГУ, 1950, т. 111).

В 1956 г. Г. М. Кривощеков [1959] исследовал биологию алтайских османов из двух озер бассейна р. Чуи у с. Кош-Агач. Он

приводил сведения о распространении и промысле алтайских османов.

С 1958 г. и периодически по настоящее время под руководством А. Н. Гундризера в Горном Алтае работают гидробиологические экспедиции Томского университета и его Научно-исследовательского института биологии и биофизики. В этот период здесь проводились также гидробиологические исследования силами других учреждений (Алтайским сельскохозяйственным институтом, озерно-речной лабораторией Новосибирского отделения СибрыбНИИпроекта).

Ихтиологи Томского университета дополнительно выявили в Горном Алтае 10 форм рыб, а также рыбохозяйственные возможности этого района и перспективы акклиматизации рыб в безрыбных озерах [Иоганзен, 1950; Иоганзен и др., 1950; Гундризер, 1965, 1967; и др].

С восстановлением Алтайского государственного заповедника в последние годы возобновились гидробиологические исследования его сотрудников на Телецком озере.

Конкретные сведения о рыбах Енисея в пределах Тувы впервые приводит М. Д. Рузский [1916]. В работе Сарса [Sars, 1903] сообщается о ракообразных крупнейшего высокогорного озера Тувы — Кындыкты-Холь.

Более полные сведения о гидробиологии водоемов Тувы появились после вхождения Тувинской народной республики в состав Советского Союза в 1944 г. [Янушевич, 1952; В. Н. и И. И. Грезе, 1958; и др.]. С 1961 г. гидробиологические и ихтиологические исследования в Туве осуществляются Томским университетом под руководством А. Н. Гундризера. За период исследований более полно выявлен видовой состав гидробионтов и рыб, обитающих в водоемах Тувы, изучены биология рыб и состояние рыбных запасов, намечены пути их рационального использования, установлена возможность существенного повышения рыбопродуктивности озер за счет акклиматизации и выращивания некоторых видов рыб [Гундризер, 1972; Гундризер, Попков, 1976; Гундризер и др., 1977; и др.].

Гидрография. Водоемы Горного Алтая принадлежат к бассейну Оби, тогда как гидрографическая сеть Тувы относится к бассейну Енисея и в меньшей степени — к бессточным впадинам Центральной Азии. Несмотря на смежное расположение, озерно-речные системы Тувы и Горного Алтая довольно четко разделяются орографически и существенно различаются по гидробиологии и составу ихтиофауны.

В пределах Горного Алтая основными реками являются Бия и Катунь, от слияния которых образуется Обь. Общее число рек и водотоков Горного Алтая 20 188 км, суммарная протяженность достигает 62 555 км [Фащевский, 1971].

Главными водными артериями Тувы служат реки Большой и Малый Енисей, при слиянии образующие Верхний Енисей.

Те водоемы Тувы, которые расположены южнее хребта Танну-Ола и Цаган-Шибэту, относятся преимущественно к бассейнам рек Тэс-Хем и Кобдо. Всего в Тувинской АССР насчитывается более

2000 рек и речек общей протяженностью 28,6 тыс. км. Большинство рек относится к горному типу. Речной сток формируется главным образом за счет весеннего снеготаяния и летних дождей.

Водные ресурсы являются одним из важнейших природных богатств Алтайско-Саянской горной системы. Средний сток с территории Горного Алтая равен 42 10^9 $м^3$/год, что составляет 94% от объема годового стока р. Оби у Барнаула. Среднегодовой расход воды в участке слияния Большого и Малого Енисея равен 970 $м^3$/с (31 10^9 $м^3$/год).

В пределах Горного Алтая насчитывается около 7000 озер общей площадью свыше 60 тыс. га, из них более $^1/_3$ площади приходится на крупнейший водоем Алтайско-Саянской горной системы — Телецкое озеро (площадь 23,1 тыс. га). Вторым по величине озером Горного Алтая является оз. Джулюколь (площадь около 2,9 тыс. га). Немногим более десятка озер имеют площадь 150—380 га, остальные — и того меньше.

Большинство озер Алтайско-Саянской горной системы пресные. В поясе низкогорья их минерализация не превышает 270 мг/л, в среднегорье — 90—120 мг/л, в большей части высокогорья — 45—60 мг/л. В Тувинской котловине находятся два наиболее крупных соленых озера — Белое и Хадын, площадь которых равна соответственно 375 и 2000 га, общая минерализация воды — 6568 и 8864 мг/л. Активная реакция воды большинства озер колеблется от нейтральной до слабощелочной (pH 6,7—8,6).

Наиболее глубоководными водоемами Алтайско-Саянской горной системы являются Телецкое озеро (максимальная глубина 325 м) и Нойонхоль (255 м). Остальные наиболее крупные озера имеют максимальные глубины 30—70 м.

На территории данного региона выделяется лишь одна крупная группа озер — Тожднинская (80 тыс. га). Общая площадь остальных групп озер не превышает 1,0—7,7 тыс. га.

По трофическому типу в поясе низкогорья Алтайско-Саянской горной системы преобладают эвтрофные и мезотрофные озера, хотя встречаются здесь олиготрофные и даже ультраолиготрофные (Телецкое озеро). В поясе среднегорья преобладают олиготрофные и олиготрофно-мезотрофные озера, в высокогорье — олиготрофные [Гундризер и др., 1977].

Гидробиология. Комплекс гидробионтов Алтайско-Саянской горной системы представлен разнообразными группами организмов. В зоопланктоне водоемов Тувы обнаружено 54 вида [Гундризер и др., 1974]. Средняя биомасса зоопланктона в большей части олиготрофных озер за вегетационный период 0,25—0,57 г/$м^3$, в олиготрофно-мезотрофных — 0,85—0,92 г/$м^3$, в мезотрофных — 1,0—2,2 г/$м^3$. В соленых озерах Белое и Хадын биомасса зоопланктона достигает 3—6 г/$м^3$. Биомасса зоопланктона озер Горного Алтая равна 0,7—5,4 г/$м^3$ [Гундризер и др., 1976].

По весу в эвтрофных и отдельных мезотрофных озерах Тувы преобладают ветвистоусые ракообразные, в остальных озерах горной системы — копеподы.

По биомассе зообентоса для озер Тувы характерны мало- и среднекормные озера. В наиболее продуктивном мезотрофном оз. Чагытай биомасса бентоса достигает 118 кг/га [Грезе В. Н. и И. И., 1958], в отдельных безрыбных озерах Горного Алтая — 80 кг/га.

Очень низкой продуктивностью характеризуется речная система. Так, по Большому Енисею наибольшая биомасса (50,3 кг/га) отмечена в мелководных заливах. В мелководных затонах р. Хамсара (приток Большого Енисея) биомасса бентоса достигала 46,8 кг/га. В зообентосе речной системы преобладают личинки хирономид, ручейников и моллюски.

Ихтиофауна Горного Алтая представлена 33 формами рыб. В Тувинской АССР обитают 26 местных видов и подвидов рыб [Гундризер, 1968, 1976]. По сравнению с водоемами Горного Алтая, а также расположенными севернее водоемами Хакасии (бассейн Енисея) ихтиофауна Тувы характеризуется отсутствием миног, осетровых, полупроходных лососевых, а также типично озерных рыб, таких, как линь, озерный гольян, золотистый и серебристый карась.

По генезисо-географическому составу ихтиофауны в водоемах Алтайско-Саянской горной системы в пределах бассейна Верхнего Енисея и верховьях Оби обитают представители трех фаунистических комплексов: бореально-равнинного, бореально-предгорного и арктического пресноводного. Основными представителями первого комплекса являются щука, сибирская плотва, сибирский елец, сибирский пескарь, сибирская щиповка, окунь и ерш. Ко второму комплексу относятся таймень, восточносибирский ленок, сибирский хариус, алтайский осман (для бассейна Оби), сибирский голец, сибирский и пестроногий подкаменщики. Арктический пресноводный комплекс представлен в основном разновидностями сигов и налимом.

Ихтиофауна водоемов Тувы, расположенных в пределах Западно-Монгольской провинции Нагорноазиатской подобласти, представлена одним бореально-предгорным фаунистическим комплексом. Для данной провинции известно всего семь видов и подвидов рыб [Гундризер, 1970].

Рыбный промысел. В Горном Алтае большая часть рыбных озер приурочена к бассейнам верхнего течения рек Чулышман, Чуя и Катунь. Характерной особенностью большинства этих озер является бедность видового состава ихтиофауны, представленной одним-двумя, реже тремя видами промысловых рыб (алтайский осман и сибирский хариус, а в озерах Катунских Альп — ленок, хариус и налим, в некоторых — только хариус). Наиболее разнообразна ихтиофауна Телецкого озера, представленная 13 видами рыб.

Общий возможный вылов рыбы в озерах Горного Алтая оценивается примерно 2 тыс. ц [Гундризер, 1967].

Рыбохозяйственное освоение большей части озерно-речной системы Горного Алтая сдерживается низкой продуктивностью и труднодоступностью водоемов. Попытки промысла рыбы в Телецком озере, предпринятые в довоенные годы, экономически себя не оправ-

дали, так как 40—60 рыбаков в течение круглого года вылавливали не более 121 ц рыбы (0,5 кг/га) [Гундризер, 1967]. В одном из наиболее высокопродуктивных водоемов Горного Алтая — оз. Джулюколь — в 1963 г. было отловлено 230 ц харпуса и 570 ц алтайского османа (28 кг/га) [Гундризер, 1967].

В водоемах Тувы промысловое значение имеют 15 видов рыб. Таймень и ленок достигают наибольшей численности в Большом Енисее и его притоках Серлиг-Хем, Азас, Хамсара, Систиг-Хем, а также в верховье Малого Енисея. Они встречаются также в Верхнем Енисее и хорошо проточных озерах. В 1960—1971 гг. заготовительными организациями принималось в год 20—28 ц тайменя и 30—141 ц ленка. Однако фактический улов этих ценных рыб был значительно больше, так как много тайменя и ленка рыбаки оставляют для личных целей. В последние годы в связи с введением временного запрета на лов рыбы в речной системе бассейна Енисея в пределах Тувы промысловый лов тайменя и ленка не ведется.

Саянский сиг представлен двумя озерными (низкотельный и высокотельный сиги) и одним озерно-речным экотипами. Кроме того, в оз. Нойон-Холь обитает форма саянского сига, заслуживающая выделения в племя и названная нойонхольским сигом [Гундризер, 1976].

Озерные формы сига широко распространены в олиготрофных и олиготрофно-мезотрофных озерах бассейна Большого Енисея (Олбукская группа озер, оз. Кара-Холь в бассейне Хамсары, оз. Азас и др.).

Ареал саянского озерно-речного сига охватывает бассейны рек Большой, Малый и Верхний Енисей, Хамсара, Азас. В Верхнем и Малом Енисее встречается редко.

Уловы сига в 1960—1962 гг. 425—520 ц, в 1963—1967 гг.— 60—282 ц. С 1968 г. годовой улов сига не превышал 66 ц, а в 1975 г. — всего 8 ц. В настоящее время озерный сиг имеет промысловое значение лишь в оз. Нойон-Холь (годовой улов 8—26 ц). В остальных озерах в связи с переловом запасы сига находятся в неудовлетворительном состоянии.

Из семейства хариусовых в пределах Тувы обитают монгольский харпус и два подвида сибирского хариуса — западносибирский и саянский озерный.

Ареал монгольского хариуса ограничен бассейнами рек Моген-Бурен (приток р. Кобдо) и Каргы, относящихся к Западно-Монгольской ихтиогеографической провинции. Сибирский харпус населяет водоемы бассейна Енисея, саянский озерный харпус обитает в трех озерах бассейна р. Ий-Суг (правый приток Б. Енисея) — Нойон-Холь, Шерам-Холь и Борзе-Холь. В двух сообщающихся между собой озерах (Верхний и Нижний Каратоть), относящихся к бассейну Хамсары, обнаружена локальная форма харпуса, названная зубастым. Зубастый харпус имеет хорошо развитые зубы на челюстях, межчелюстных и небных костях, головке сошника, а у отдельных особей — на языке. С пятилетнего возраста ведет преимущественно хищный образ жизни.

Промысловый лов монгольского хариуса ведется в основном в крупнейшем озере Тувы — Кындыкты-Холь. Годовой улов в 1963-1973 гг. 40—166 ц, хотя фактически вылов превышал эти величины в 1,5—2,0 раза. Уловы сибирского хариуса в 1962—1970 гг. колебались от 88 до 551 ц (в среднем 300 ц). В последние годы промысловый лов сибирского хариуса ведется в основном в озерах бассейна р. Большой Енисей.

Частиковые рыбы в бассейне Верхнего Енисея распространены почти повсеместно, но достигают наибольшей численности в мезотрофных и некоторых олиготрофных озерах. Среди частиковых рыб в озерах преобладают сибирская плотва, окунь и налим.

Ареал алтайских османов охватывает бассейны рек Кобдо, Каргы, Дзапхына и ряда водоемов Горного Алтая (бассейны рек Аргута, Чуи, Чалышмана и др.).

В пределах Тувы промысел османа Певцова, или убсанурского османа, как подвида алтайского османа [Гундризер, 1976] периодически ведется в оз. Тере-Холь (4400 га).

Общая величина улова рыбы в Туве с 1960 по 1978 г. колебалась от 2,0 до 4,3 тыс. ц. Максимум достигнут в 1972 г. За эти годы существенно изменилось соотношение в уловах различных видов рыб. В 1960 г. годовой улов лососевых (таймень, ленок, сиг) и хариусовых составил 1132 ц (49% от общего улова рыбы). За последние пять лет вылов этих рыб колебался в пределах 98—307 ц (3,2—13,4% от общего улова). В уловах преобладали плотва, язь и окунь.

В отдельных крупных среднекормных озерах (Ушпе-Холь, Азас) максимальный вылов рыбы составляет 25—30 кг/га, из которых на долю сибирской плотвы приходится около 80%. В ряде наиболее интенсивно облавливаемых озер (Шерам-Холь, Боре-Холь, Азас) в уловах наблюдаются снижение количества плотвы и увеличение численности окуня.

Рациональное использование биологических ресурсов Алтайско-Саянской горной системы должно включать комплекс мероприятий по регуляции рыбного промысла: повышение рыбопродуктивности водоемов за счет акклиматизации и товарного выращивания рыб, создание зон любительского лова рыбы, заказников, мест отдыха населения и т. д.

В целях восстановления запасов местных локальных стад саянского сига необходимо заняться его искусственным воспроизводством в озерах Азас, Кадыш, Нойон-Холь, Олбукской группе озер и др.

Большая часть речек Тувинской АССР, служащих нерестилищами хариуса, нуждается в технической мелиорации. Важнейшими из них являются Красная (приток оз. Шерам-Холь), Большой Енисей (между озерами Шерам-Холь и Борзе-Холь), Хариусовая (приток оз. Нойон-Холь), Монагы (приток оз. Кара-Холь на Алашском плато). На этих небольших мелководных речках необходимо полностью запретить лов хариуса. В местах нереста саянского озерного хариуса следует проводить отлов гольяна, уничтожающего икру хариуса.

В большей части Тоджинских озер следует усилить отлов окуня, запасы которого до настоящего времени используются слабо вследствие большей материальной заинтересованности рыбаков в отлове других видов промысловых рыб. Необходимость интенсивного вылова окуня становится особенно актуальной в связи с намеченными работами по выращиванию планктоноядных сиговых в озерах данного района.

В настоящее время интенсивный рыбный промысел ведется на наболее крупных и доступных для наземного транспорта озерах Тувы, закрепленных за основной рыбодобывающей организацией — Верхнеенисейским рыбозаводом Красноярского рыбпрома. Во многих крупных, но слабодоступных озерах, закрепленных за второстепенными заготовителями, запасы таких рыб, как плотва, налим и окунь, используются в очень слабой степени. Возможный годовой улов местных рыб в основных промысловых озерах республики при условии рационального использования их запасов близок к 6,0 тыс. ц [Гундризер, 1972].

Весьма перспективным является повышение рыбопродуктивности водоемов Тувы путем акклиматизации и выращивания ценных видов рыб. План рыбоводных работ предусматривает вселение в водоемы восьми видов рыб [Гундризер, 1972], из которых основными являются сиговые — планктофаги [Гундризер и др., 1974; Гундризер, Попков, 1976; Гундризер и др., 1977].

К настоящему времени в оз. Чагытай акклиматизированы пелядь и лещ. Годовой улов пеляди с учетом вылова рыбаками-любителями достигает 700 ц (24 кг/га). В ранее безрыбном оз. Сут-Холь (площадь 1400 га) осуществляются акклиматизация монгольского хариуса и выращивание сиговых (пеляди и байкальского омуля). Установлено, что в трех озерах общей площадью 12 тыс. га (Нойон-Холь, Маны-Холь и Кындыкты-Холь) возможна натурализация сиговых. Восемь озер общей площадью 11 тыс. га целесообразно использовать для многолетнего нагула пеляди. В соленых озерах, таких, как, Белое (375 га), можно выращивать двухлетков пеляди, вселяя на нагул ее годовиков. Особенно перспективно зарыбление сиговыми (пелядью и ряпушкой) олиготрофного оз. Кындыкты-Холь, промысловая ихтиофауна которого представлена одним монгольским хариусом.

За счет использования зоопланктона выход рыбопродукции по выращиваемым сиговым лишь в наиболее доступных крупных озерах Тувы общей площадью 30 тыс. га может составить 2400 ц (2,3—33,0 кг/га, в среднем 8 кг/га). Вселив в некоторые из озер (Олбукские, Азас) бентосоядных сигов, включая местных и акклиматизантов, общий улов сиговых можно довести до 3 тыс. ц [Гундризер, Попков, 1976].

В 1978 г. началось формирование водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС. Водохранилище образовано на участке Верхнего Енисея, протяженностью около 300 км. Его площадь достигнет 63 тыс. га, средняя глубина — 50, максимальная — 210 м. На участки с глубинами до 30 м будет приходиться около половины площади водохранилища.

Холодноводность, значительные глубины, большой водообмен и огромная максимальная сработка уровня воды (до 42 м) обусловливают низкую продуктивность водохранилища (около 5 кг/га) [Гундризер, 1972, 1979]. В водохранилище рекомендуется вселить байкальского омуля, пелядь, сига и других рыб. Промысловый лов рыб целесообразно вести в верхней (южной) наиболее продуктивной зоне водохранилища, а в нижнем его участке организовать зону любительского рыболовства. Шлюзование некоторых мелководных отрогов водохранилища позволит вести интенсивное карповое хозяйство.

В пределах Горного Алтая на Телецком озере следует больше практиковать любительское рыболовство и только отдельные участки озера, например Камгинский и Кыгинский заливы, устье р. Чулышман и др., целесообразно закрепить за второстепенными рыбозаготовителями.

Второе по величине и одно из наиболее продуктивных озер Горного Алтая — Джулюколь — находится в зоне Алтайского заповедника. Очевидно, этот водоем следует периодически подвергать организованному промысловому облову.

Освоение остальных преимущественно малопродуктивных водоемов Горного Алтая общей площадью около 5,2 тыс. га обеспечит очень незначительный вылов местных рыб (700—800 ц).

Важным направлением в развитии рыбного хозяйства Горного Алтая является акклиматизация и выращивание сиговых в озерах с обедненным видовым составом ихтиофауны и безрыбных водоемах.

Наибольшее количество безрыбных озер расположено в бассейнах рек Шавла, Чульча, Башкаус (приток Чулышмана) и Чибитка (приток Чуи). Общая площадь этих озер превышает 5 тыс. га.

Вселение сиговых (пелядь, муксун) в озера Горного Алтая осуществляется с 1974 г. Эти рыбоводные работы начались на озерах междуречья Чуи и Башкауса в пределах Улаганского района.

В безрыбных озерах Каракудюрской группы (Сарулуколь и Талдуколь) и бассейна р. Чибитки (Узунколь и др.), в гольцовых озерах бассейна р. Кубадру (Балыктыколь, в котором обитал лишь сибирский голец) и других созданы маточные стада пеляди. Сбор 50—80 млн. икры от этих сиговых позволит обеспечить посадочным материалом для зарыбления многие степные озера Алтая. Поэтому безрыбные озера Горного Алтая, несмотря на их малые площади и небольшой возможный выход товарной рыбы (300—350 ц), представляют большую рыбоводную ценность для всего Алтайского края.

ЛИТЕРАТУРА

Грезе В. Н., Грезе Н. И. Озеро Чагытай.— Изв. Всесоюз. географ. о-ва, 1958, т. 90, вып. 3.

Гундризер А. Н. Возможности рыбохозяйственного освоения озер Горного Алтая.— Изв. Алтайск. отд-ния Географ. о-ва СССР, 1965, вып. 5.

Гундризер А. Н. Состояние рыболовства и возможности рыбоводно-акклиматизационных работ в Горном Алтае.— В кн.: Вопросы сельскохозяйственного рыбоводства и гидробиологии Западной Сибири. Барнаул, 1967.

Гундризер А. Н. Исследования водоемов, распространения и биологии рыб Горного Алтая и Тувы.— В кн.: Итоги исследований по биологии за 50 лет (1917—1967). Томск, 1968.
Гундризер А. Н. Зоогеография и генезис ихтиофауны Тувы.— Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ, 1970, т. 1.
Гундризер А. Н. Перспективы рыбохозяйственного освоения водоемов Тувы.— Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ, 1972, т. 2.
Гундризер А. Н. К изучению алтайских османов рода Oreoleuciscus Warp.— В кн.: Проблемы экологии. Томск, 1976, т. 4.
Гундризер А. Н. К систематике и экологии сигов Тувинской АССР.— В кн.: Вопросы биологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1978.
Гундризер А. Н. Прогноз рыбопродуктивности водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС.— В кн.: Вопросы зоологии Сибири. Томск, 1979.
Гундризер А. Н., Попков В. К. Перспективы товарного выращивания сиговых в водоемах Тувы и Горного Алтая.— В кн.: Материалы Всерос. совещ. по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб». Л., 1976.
Гундризер А. Н., Попков В. К., Иванова М. А. Предварительные результаты и перспективы акклиматизации сиговых в водоемах Тувинской АССР.— В кн.: Биология и биофизика. Томск, 1974.
Гундризер А. Н., Зимин А. Г., Попков В. К. Рациональное использование озер Алтайско-Саянского нагорья.— В кн.: Круговорот веществ и энергии в водоемах: Рыбы и рыбные ресурсы. Лиственничное на Байкале, 1977.
Иоганзен Б. Г. К типологии водоемов бассейна реки Чульчи и некоторые соображения о возможностях рыборазведения в них.— Тр. Том. ун-та. Сер. биол., 1950, т. 111.
Иоганзен Б. Г., Гундризер А. Н., Загороднева Д. С., Круглова В. М. Водоемы бассейна р. Чульчи.— Тр. Том. ун-та. Сер. биол. 1950, т. 111.
Кривощеков Г М. Материалы по биологии и промыслу алтайских османов.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства. Томск: Изд-во ТГУ, 1959.
Лепнева С. Г. К истории исследования Телецкого озера.— В кн.: Исследование озер СССР. Л., 1933, вып. 3.
Материалы по гидробиологии бассейна р. Чульчи (Восточный Алтай).— Тр. Том. ун-та. Сер. биол., 1950, т. 111.
Рузский М. Д. О рыбах верхнего течения р. Енисея. Томск: Изд-во ТГУ, 1916, т. 65.
Фащевский Б. В. Реки и озера. Горный Алтай. Томск: Изд-во ТГУ, 1971.
Янушевич А. И. Фауна позвоночных Тувинской области. Новосибирск, 1952.
Sars G. O. On the: Crustacean Fauna of Central Asian Appendix.— В кн.: Ежегодник. Зоол. музея АН. СПб., 1903, т. 8.

УДК 639.21

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ПУТИ ИХ ИНТЕНСИВНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

В. П. СОЛОВОВ

На равнинной территории Алтайского края расположено более 5 тыс. озер площадью 258 тыс. га. Большинство озер объединяются в системы по рекам, протекающим в долинах древнего стока: Бурлинскую, Кулундинскую, Касмалинскую, Барнаульскую. В правобережной зоне р. Оби выделяются Бийско-Чумышские озера,

а к равнине с юга и юго-востока примыкают небольшие по площади, но важные в рыбохозяйственном отношении предгорные озера.

Более 3,5 тыс. озер насчитывается в водном фонде Горного Алтая, их акватория достигает 36 тыс. га [Гундризер, 1967]. Таким образом, общий озерный фонд Алтайского края равен приблизительно 300 тыс. га (табл. 1). Акватория озер в равнинной зоне занимает 3%, а в Горном Алтае — только 0,4% соответствующей территории.

Для большинства водоемов равнинной зоны характерен неустойчивый уровенный режим. Поэтому глубины озер становятся важным морфометрическим показателем. Почти все озера являются мелководными, с максимальными глубинами до 5 м, только некоторые озера на Бийско-Чумышской возвышенности имеют глубину более 7 м (Большой Уткуль, Петровское, Красилово). При выращивании сиговых максимальные глубины становятся одним из определяющих факторов, и наличие глубин более 3,5 м обеспечивает выживание и нормальное развитие пеляди при любых летних температурах воды [Соловов, 1975].

Озера равнинной зоны характеризуются и многообразием химизма воды. В правобережье р. Оби, где грунты обладают хорошим инфильтрационным свойством, вода гидрокарбонатная, содержание солей не более 300—400 мг/л. Озера Кулундинской равнины изменяют минерализацию в следующей закономерности:

1) общее содержание солей обычно увеличивается к западу от р. Оби, менее минерализованные озера находятся на юго-востоке;

2) в каждом речном бассейне по мере продвижения на запад происходит изменение химизма воды: восточные озера имеют сульфатную воду, затем сульфатно-хлоридную и на западе — хлоридную;

3) в наиболее высоких частях котловин располагаются озера с наименьшей минерализацией, по мере понижения отметки увели-

ТАБЛИЦА 1. Озерный фонд Алтайского края

Озерная система	Число озер			Площадь озер, тыс. га		
	пресных	соленых	всего	пресных	соленых	
Бурлинская	335	25	360	11,4	21,4	32,8
Кулундинская	646	84	730	14,2	99,4	113,6
Касмалинская	392	223	615	10,5	35,4	45,9
Барнаульская	529	36	565	20,9	13,4	34,3
Бийско-Чумышская	360	—	360	12,5	—	12,5
Пойменные, р. Оби	2399	—	2399	19,5	—	19,5
Всего в равнинной зоне	4661	368	5029	89,0	169,6	258,6
Предгорные	102	—	102	2,6	—	2,6
Горно-Алтайские	3500	—	3500	36,0	—	36,0
Итого	8263	368	8631	127,6	169,6	297,2

чивается минерализация воды, наиболее соленые озера располагаются в низкой части котловины [Гидрология Кулунды и прилегающих районов, 1965].

По степени минерализации воды в озерном фонде края выделяются пресные, миксогалинные, эугалинные и гипергалинные водоемы (классификация по «венецианской системе»):

Градация по минерализации	Площадь, тыс. га	
Пресные	127,6	43,01
Миксогалинные	63,5	21,36
олигогалинные	18,6	6,26
мезогалинные	40,3	13,56
полигалинные	4,6	1,54
Эугалинные	75,6	25,39
Гипергалинные	30,5	10,24
Итого	297,2	100,0

Комплексные исследования на озерах равнинной зоны, проведенные Алтайской озерно-речной лабораторией СибрыбНИИпроекта, показали, что в последние годы небольшие по площади озера потеряли рыбохозяйственное значение из-за обмеления, зарастания макрофитами и осолонения. Особенно велико влияние неблагоприятных факторов на малые озера площадью до 100 га, которые исключены из рыбохозяйственного фонда. Однако возможно использование некоторых малых озер в качестве товарных хозяйств, пригодных для выращивания молоди или ценной рыбы.

Кроме того, при современных методах ведения рыбного хозяйства возможно выращивание эвригалинных видов рыб в мезогалинных озерах. Поэтому в рыбохозяйственный фонд включается около 35 тыс. га мезогалинных озер. К оценке перспективы использования озерного фонда Алтайского края следует подходить дифференцированно: целесообразно выделять озера, в которых возможен промысловый лов рыбы и ее выращивание (фонд первой категории, или фонд рыбной промышленности), озера, в которых целесообразна организация любительского и спортивного рыболовства (фонд второй категории, или фонд любительского лова). В частности, в Горном Алтае в фонд первой категории включены только некоторые озера, пригодные для создания маточных стад сиговых рыб; большинство озер, в том числе Телецкое и Джулу-Коль, отнесено к любительским водоемам:

	Фонд первой категории	Фонд второй категории
Равнинные озера	112,6	9,5
пресные и олигогалинные	77,6	9,5
мезогалинные	35,0	—
Предгорные	2,0	0,6
Горные	2,5	30,5
Всего	127,1	58,60

ТАБЛИЦА 2. Рыбохозяйственная классификация озерного фонда (площадь в тыс. га)

Рыбохозяйственные типы озер	Равнинная зона		Предгорная зона	Горный Алтай
	пресные	соленые		
Сиговые	—	—	0,8	23,1
Хариусовые	—		0,4	1,8
Хариусово-османьи	—	—	—	5,4
Османьи		—	—	0,6
Окунево-плотвичные	24,8	3,1	1,2	0,4
Карасевые	99,3	15,5	0,2	—
Безрыбные	3,5	151,0	—	3, 5
Итого	127,6	169,6	2,6	36,0

По рыбохозяйственной классификации в озерном фонде края можно выделить озера: карасевые — с постоянным зимним дефицитом растворенного кислорода; окунево-плотвичные — с периодическим дефицитом кислорода; сиговые — с благоприятным кислородным режимом. В Горном Алтае на основании исследований А. Н. Гундризера [1967] выделяют сиговые, хариусовые, хариусо-османьи и османьи озера (табл. 2). Большинство безрыбных озер равнинной зоны — минерализованные водоемы с содержанием солей более 8 г/л; основная причина безрыбности озер Горного Алтая заключается в порожистости и непроходимости для рыб речных путей [Иогансен, 1952; Гундризер, 1967].

В равнинной зоне Алтайского края имеется 425 рек длиной более 10 км. Из них 370 рек относятся к бассейну Оби, остальные — к бессточному бассейну Кулундинской депрессии. Общая протяженность рыбохозяйственного фонда первой категории в системе Оби 2,7 тыс. км (русло Оби, протоки, затоны, часть акватории главных притоков: Бии, Катуни, Чарыша, Алея и Чумыша, нижнее течение притоков Оби первого порядка длиной более 50 км); рыбохозяйственный фонд второй категории, предназначенный для любительского и спортивного лова рыбы, равен 2,1 тыс. км.

Большинство рек степной зоны Алтая и их притоков зарегулированы, на них построено 2,4 тыс. га спускных нагульных и 0,4 тыс. питомных прудов [Иванов, 1973]. Дополнительно в крае построено 2,9 тыс. га неспускных прудов, рыбоводное значение которых весьма ограничено. В верхнем течении Алея построены крупные пруды-водохранилища многолетнего водорегулирования: Гилевское — 5950 га и Склюихинское — 680 га, пригодные для разведения рыбы.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ

Высшая водная растительность. В равнинных и предгорных озерах края отмечено всего четыре типа зарастания макрофитами: массивно-зарослевое, займищное, бордюрное и сплавинное [Попол-

зин, 1967]. В целом степень зарастания равнинных озер не превышает 20—30% их акватории, однако во всех системах встречаются озера с зарастаемостью 80—90% (Кривое, Валовое, М. Уткуль, Б. Карасево и др.).

Пояс жесткой растительности характерен для всех озер с развитой литоралью, ведущая роль в этом биоценозе принадлежит тростнику (Phragmites communis), значительно реже встречаются камыш (Scirpus lacustris) и рогоз (Typha latipholia). В оз. Петровском акклиматизирован канадский рис (Zizania aquatica), вытесняющий на мелководьях аборигенные виды макрофитов. Для заболоченных берегов пресных озер обязателен пояс осок (Carex sp.) с ежеголовником (Sparganium sp.) и частухой (Alisma plantago). В последние годы пояс жесткой растительности по берегам степных озер заметно разрежен вследствие снижения уровня воды, выкоса, выпаса скота.

По опытным укосам в июле 1978 г. фитомасса водной растительности в расчете на воздушно-сухой вес составила:

Озеро	Фитомасса, кг/м²	
	надводная	подводная
Б. Уткуль	1,2	0,8
Петровское	1,5	0,6
Б. Карасево	1,9	0,9
Красилово	1,0	0,6
Б. Островное	0,8	0,6

Принимая годовую продукцию высших растений равной их максимальной биомассе, приуроченной к концу цветения [Боруцкий, 1950; Белавская, Серафимович, 1973], и учитывая степень зарастания, можно рассчитать продукцию фитомассы:

Озеро	Продукция макрофитов,	
	т	ккал/м²
Б. Уткуль	2060	1000
Петровское	1260	1250
Б. Карасево	230	1800
Красилово	250	480
Б. Островное	2660	380

Таким образом, в зависимости от степени зарастания и видового состава водной растительности продукция макрофитов в озерах равнинной зоны колеблется от 380 до 1800 ккал/м² и должна учитываться при определении первичной продукции водоема.

Высокие скорости течения, колебания уровня воды, преобладание песчаных и галечных грунтов — основные причины отсутствия макрофитов в русле Оби и ее горных притоков. В пойменных водоемах видовой состав и фитомасса водной растительности увеличиваются от протоков к пойменным озерам, в которых обнаружено более 25 видов [Петкевич, Иоганзен, 1958].

Фитопланктон. В равнинных озерах и прудах отмечена тенденция к увеличению численности и биомассы синезеленых водорослей при незначительном видовом разнообразии. Из синезеленых наибо-

лее часто встречаются представители рода Microcystis, массовое развитие которых обычно приводит к «цветению» воды. Качественное разнообразие характерно для зеленых и диатомовых. Значение диатомей обычно возрастает в предгорных и горных озерах.

По данным А. В. Филипповой [1979], в планктоне оз. Песчаного обнаружен 41 вид водорослей, общая численность фитопланктона 7913 тыс. кл./л, из которых зеленые водоросли по видовому составу и численности превышали 50%. В прудах рыбхоза «Зеркальный» в середине июля 1977 г. численность водорослей в период «цветения» составила более 45 млн. кл./л. Из них более 97% общей численности занимала Microcystis. По нашим данным, в период максимального развития водорослей в оз. Б. Островном численность M. aeruginosa достигала 300—486 кл./л; при таком развитии водорослей отмечался ночной дефицит растворенного кислорода на мелководьях и гибель молоди карася и гольяна.

В динамике фотосинтеза в оз. Б. Островном, определяемом скляночным методом, четко заметны два максимума, различающиеся по степени образования первичной продукции. Первый максимум развития планктона характерен для середины июня. Он сопровождается интенсивным разложением аллохтонного органического вещества, величина деструкции в этот период приближается к величине фотосинтеза или в придонном слое даже превышает его. Среднее значение фотосинтеза — 3,27; деструкция — 2,99 мг O_2/л в сутки. Второй максимум возникает в конце августа, величина фотосинтеза (Ф) достигает 4,91; а деструкции (Д) — 0,7 мг O_2/л. Для остального периода характерен низкий уровень фотосинтеза (колебания Ф в пределах 0,1—0,8 мг O_2/л; колебания Д в пределах 0,1—2,1 мг O_2/л).

Отношение Ф/Д за полный период наблюдений (июнь — сентябрь) в поверхностном слое составило 2,1; в придонном — 1,8. На всех разрезах баланс первичной продукции был положительным, чистая первичная продукция составила 365 г O_2/м^2, или 1240 ккал/м^2 Принимая во внимание, что образование органического вещества планктона в процессе фотосинтеза происходит в мае и октябре, валовую первичную продукцию в оз. Б. Островном за год можно увеличить до 1500—1600 ккал/м^2, что позволит отнести этот водоем к среднепродуктивным [Винберг, 1960].

Отношение Ф/Д в различных прудах совхоза «Раздольный» не превышало 2,0; суточная первичная продукция фотосинтеза составляла 2,64 мг O_2/м^2 [Старостенко, 1973], т. е. около 1000 ккал/м^2 за вегетационный период.

Качественно и количественно беден фитопланктон в русле верхней Оби, летом в мелких пойменных озерах наблюдается массовое развитие нитчаток (Spirogyra) или синезеленых водорослей, приводящее к «цветению» воды [Петкевич, Иоганзен, 1958].

Зоопланктон. Наибольшее число видов зоопланктеров отмечено в пресных незаморных озерах правобережья Оби (Б. Уткуль — 31, Петровское — 21). С увеличением минерализации воды происходит сокращение видов до 8—10, а во многих поли- и гипергалинных

ТАБЛИЦА 3. Динамика летней биомассы зоопланктона (в г/м³) в равнинных озерах Алтайского края

Год	Бак.	Доз	Песчаное, р. Бурла	Б. Островное	
				биомасса	число градусо-дней
1966	1,10		4,55	7,04	2893
1969	16,10	25,30	16,75	3,34	2530
1971	17,38	24,45	—	1,91	2429
1972	2,99	3,36	1,78	2,50	2118
1973	2,12	—	1,60	2,70	2742
1974	2,61	—	—	1,52	2883
1975	—	—	—	3,16	2632
1976	5,99	5,33	3,87	2,81	2583
1977	13,11	42,00	7,94	13,94	2722
1978	5,85	19,67	2,51	1,02	2677

озерах обитает только Artemica salina. Для озер Горного Алтая характерно видовое разнообразие (Чибитская система — 40 таксонов, Сарыагинская — 28 таксонов) при значительном колебании биомассы [Осипова, 1979], зависящей от площади водоема, его проточности, высоты расположения.

Для большинства водоемов равнинной зоны характерны колебания биомассы зоопланктона, обусловленные изменением водности и биогенного стока, термическим режимом и численностью рыб-планктофагов (табл. 3). Однако достоверной связи между термическим режимом водоемов и биомассой зоопланктона установить не удалось. Коэффициент корреляции между количеством градусодней и биомассой зоопланктона в оз. Б. Островном не превышает 0,112. Видимо, на количественное развитие зоопланктона в большей степени влияет уровень биогенного стока по р. Касмале.

Весьма значительны колебания биомассы зоопланктона по биологическим сезонам года [Дрягин, 1968]. В оз. Б. Островном весной 1971 г. средняя биомасса зоопланктона 2,22; летом — 5,20; осенью — 2,64 и зимой — 0,63 г/м³ [Федорова, 1973]. По наблюдениям 1975—1976 гг., биомасса зоопланктона колебалась в тех же пределах: весной — 0,94; летом — 3,16; осенью — 1,02 и зимой — 0,10 г/м³.

На основании значений Р/В-коэффициентов для доминирующих форм зоопланктона близких ландшафтно-климатических зон Сибири и Урала [Козлова, 1974; Померанцева, 1974] с учетом соотношения этих форм в планктоне конкретного водоема сделан расчет популяционного Р/В-коэффициента зоопланктона равнинных и предгорных озер Алтая. По 15 основным рыбопромысловым озерам Р/В-коэффициент колебался от 12,4 (оз. Бакланье) до 19,8 (оз. Б. Островное), в дальнейших расчетах рыбопродуктивности озер Р/В-коэффициент принят в среднем равным 15.

В зоопланктоне верховьев Оби обнаружено более 50 видов коловраток, 15 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих ракообразных [Петкевич, Иоганзен, 1958]. В русле коловратки занимают доминирующее положение, в пойменных водоемах по мере удаления от русла значение коловраток уменьшается, а ракообразных увеличивается, что значительно повышает кормовые ресурсы водоемов поймы.

Бентос. Максимальное видовое разнообразие донных организмов характерно для глубоководных незаморных озер правобережья Оби. Л. А. Благовидова [1973] убедительно показала влияние зимнего дефицита кислорода в воде на качественное и количественное развитие бентоса. Резкое снижение водности Кулундинских озер обусловило почти 10-кратное уменьшение биомассы бентоса: в 1966 г. на биотопе серого ила в оз. Долгом она составляла 82,68 г/м^2, а в 1969 г.— всего 8,9 г/м^2. В оз. Бакланьем биомасса бентоса снизилась соответственно с 86,95 до 4,75 г/м^2.

Количественно богато донное население Бурлинских, Кулундинских и Касмалинских озер с периодическим дефицитом кислорода в воде. Максимальная биомасса отмечена в оз. Шуракше — 50,8; минимальная — в оз. Кривом — 0,85 г/м^2. Низка биомасса бентоса в минерализованных озерах (0,5—2,0 г/м^2).

Основу донной фауны во всех озерах составляют личинки хирономид, реже ручейников, поденок, стрекоз. Беден видовой состав моллюсков, которые обычны только для незаморных озер. Подвержены значительным колебаниям гаммариды, восстанавливающие численность только на второй-третий год после заморных зим.

Наиболее продуктивны во всех озерах биотопы серых илов, биомасса бентоса которых достигает 50—60 г/м^2, в профундали оз. Б. Островное биомасса серых илов достигает 73 г/м^2. Заиленные пески имеют менее разнообразное население и биомассу 3—20 г/м^2. Снижается биомасса в глубоководной части озер, где илы часто имеют характерный запах сероводорода. Наиболее бедны прибрежные пески, биомасса бентоса которых обычно не превышает 1 г/м^2.

В озерах Горного Алтая зообентос в основном представлен аналогичными группами донных животных, однако в биомассе преобладают не хирономиды, а моллюски или гаммариды [Вершинин и др., 1979]. Например, в Кара-Кудюрских озерах средняя биомасса бентоса достигала 4,09 г/м^2, в том числе биомасса моллюсков — 2,63 г/м^2. В Чибитских озерах при средней биомассе 5,79 г/м^2 гаммариды составляли 1,51; моллюски — 1,30 и хирономиды — только 0,69 г/м^2.

Состав и биомасса бентоса верховьев Оби зависят от донных биотопов; каждому из них свойственна своя фауна. Наиболее продуктивны биоценозы илистого и илисто-песчаного грунта, на которых биомасса бентоса достигала соответственно 170 и 108 кг/га [Петкевич, Иоганзен, 1958]. Биомасса бентоса складывалась из мелких моллюсков, личинок хирономид, т. е. организмов, имеющих наибольшую пищевую ценность для рыб.

Ихтиофауна. По районированию, предложенному Б. Г. Иоганзеном [1944], водоемы Алтайского края в пределах Западно-Сибирского округа относятся к Алтайскому, Обско-Чулымскому и Бара-

ТАБЛИЦА 4. Рыбопродуктивность верховьев Оби (река, протоки, затоны—в ц/км; озера — в кг/га)

Водоем	Рыбохозяйственный участок		
	Бийский	Усть-Пристанский	Барнаульский
Обь			
русло	0,3—0,6	0,7—0,9	1,3—1,6
протоки, затоны	1,0—2,0	3,0—4,0	4,0—5,0
Основные притоки			
Бия	0,1—0,3	—	—
Катунь	0,1—0,3	—	—
Чарыш	—	0,5—0,6	—
Алей	—	—	1,0—1,5
Чумыш	—	—	1,5—2,0
Притоки первого порядка	0,2—0,3	0,3—0,5	0,4—0,6
Притоки второго порядка	0,1—0,2	0,2—0,3	0,4—0,5
Пойменные озера	30—35	35—40	40—50

бо-Кулундинскому зоогеографическим участкам и характеризуются относительно бедным видовым составом фауны рыб. В настоящее время после акклиматизации новых видов (лещ, судак, сазан, форель), попадания в водоемы нежелательных рыб (малая колюшка, верховка) и ревизии рода алтайских османов [Световидова, 1965] в фауне рыб Алтайского края насчитывается 37 видов и подвидов.

В добыче рыбы в крае основное значение приобретают равнинные и предгорные озера, в которых ежегодно добывается 6,0—7,5 тыс. ц рыбы, т. е. до 70% общего улова. В видовом составе озерных уловов преобладают караси (60—65%), плотва (20—30%) и пелядь (10—15%). В последние годы в уловах рыбы по Бурлинским озерам повышается количество леща и сазана. В речных уловах преобладают лещ и плотва (до 80%), снижается количество щуки, язя, окуня.

По данным А. П. Петкевича [1972], средняя рыбопродуктивность 1 км рек колеблется от 1,5 до 2,0 ц в Верхней Оби; 1,9—4,0 ц — в Средней Оби и до 10—11 ц — в Нижней Оби. Многолетние статистические данные по рыбопродуктивности используемых водоемов верховьев Оби показывают, что на каждом километре русла добывается в среднем 1,4 ц рыбы, в протоках и затонах — 4,3 ц, а в пойменных заливных озерах — 40—45 кг/га.

Однако к оценке рыбопродуктивности пойменных водоемов верховьев Оби следует подходить дифференцированно, учитывая и широтное расположение водоемов (табл. 4). В пределах рассматриваемой акватории выделены Бийский, Усть-Пристанский и Барнаульский рыбохозяйственные участки. Вылов рыбы с каждого километра русла вниз по течению увеличивается с 0,5 до 1,6 ц, в протоках

и затонах — с 1,0 до 5,0 ц, в пойменных озерах — с 30 до 50 кг/га. Рыбопродуктивность основных притоков Оби, притоков первого и второго порядка показана только для акватории их нижнего течения.

Фактическая рыбопродуктивность в озерах с местной фауной колеблется от 16 до 68 кг/га, максимальная рыбопродуктивность достигается в окунево-плотвичных озерах или карасевых водоемах с благоприятным гидрологическим режимом. Высокая рыбопродуктивность отмечена в озерах товарного выращивания — Долгое до 200 кг/га или при интенсивном облове — оз. Белое — 123,3 кг/га.

В оз. Б. Островном рыбопродуктивность за последние годы составила 40 кг/га, т. е. всего 4 ккал/м², или 0,2% общей первичной продукции озера, образованной фитопланктоном (1500 ккал/м²) и макрофитами (380 ккал/м²). Рыбопродуктивность озера может быть увеличена за счет более интенсивного освоения кормовых ресурсов зоопланктона, запасы которого местными видами рыб (караси, гольян) не используются.

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА

Современный уровень развития рыбного хозяйства края обеспечивает освоение только 25—30% озерного фонда и до 20% речного фонда первой категории. Ежегодно зарыбляется ценными видами рыб не более 10—15 тыс. га озерных площадей. Основная причина низкой эффективности использования естественной сырьевой базы заключается в разбросанности озер, в отсутствии материально-технической базы и необходимых кадров рыбаков. Следует смелее искать новые пути использования водного фонда: привлекать пенсионеров для добычи рыбы в летний период в р. Оби, работников промышленных предприятий для работы в выходные дни и в период отпусков с условием продажи им части улова; передача некоторых труднодоступных водоемов обществам рыболовов с правом лицензионного лова (например, оз. Телецкое).

Однако основным в крае должно стать озерное рыбоводство, т. е. создание высокоинтенсивных озерных рыбхозов. Общеизвестно, что природно-климатические условия равнинной и предгорной территории Алтайского края весьма благоприятны для рыбоводства: средняя годовая температура воздуха положительна (на севере 0,3°, на юге повышается до 1,5°), сумма активных температур выше 10° по различным зонам края колеблется от 1800 до 2400°, а количество тепла в вегетационный период составляет 2500—3000 градусодней, что вполне достаточно для выращивания теплолюбивых рыб. Водосборы равнинных озер располагаются в основном на темно-каштановых, обыкновенных и южных черноземах, содержание гумуса в которых может достигать 150 т/га, азота — 10 т/га [Рогов, Базилевич, 1958], что является одной из причин высокой биологической продуктивности водоемов. Одновременно следует подчеркнуть, что водосборы равнинных озер находятся в зоне интенсивного земледелия с постоянно увеличивающимся количеством внесенных мине-

ральных удобрений, часть биогенов с поверхностным стоком попадает в водоемы.

Отрицательным для рыбоводства в природно-климатических условиях Алтая является преобладание испарения над осадками, что обусловливает колебания уровня воды.

В равнинной зоне края имеется реальная возможность организации восьми озерных рыбхозов общей площадью около 85 тыс. га и объемом выращивания товарной рыбы 80 тыс. ц. Подготовлены рыбоводно-биологические обоснования и начато формирование Уткульского, Бурлинского, Мамонтовского и Завьяловского рыбхозов; в крае работают инкубационный цех и сазаний рыбопитомник.

Алтайский край имеет возможности стать не только производителем ценной рыбы, но и поставщиком икры и личинок сиговых для других областей Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

Белавская А. П., Серафимович Н. Б. Продукция макрофитов некоторых озер Псковской области.— Растительные ресурсы, 1973, т. 9, вып. 3.

Благовидова Л. А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири.— Гидробиол. журн., 1973, т. 9, вып. 1.

Боруцкий Е. В. Материалы по динамике биомассы макрофитов озер.— Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1950, т. 11.

Вершинин В. К., Коновалова С. С., Фоменко Л. А. Зообентос некоторых водоемов Горного Алтая и его роль в питании интродуцированной пеляди.— В кн.: Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. Барнаул, 1979.

Винберг Г Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.

Гундризер А. Н. Состояние рыболовства и возможности рыбоводно-акклиматизационных работ в Горном Алтае.— В кн.: Вопросы сельскохозяйственного рыбоводства и гидробиологии Западной Сибири. Барнаул, 1967.

Дрягин П. А. О сезонных наблюдениях биоритмов на водоемах.— Докл. Географ. о-ва СССР, 1968, вып. 6.

Иоганзен Б. Г. Рыбы Западной Сибири. Томск, 1944.

Иоганзен Б. Г. К гидробиологии водоемов бассейна р. Шавлы (Восточный Алтай).— Учен. зап. Том. ун-та, 1952, № 18.

Козлова И. В. Характеристика и продукционные возможности зоопланктона оз. Шелкун (Средний Урал).— Гидробиол. журн., 1974, т. 10, вып. 3.

Новоселов В. А. Рыбохозяйственное значение верховьев Оби.— В кн.: Продуктивность водоемов различных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, ч. 1.

Осипова Н. Н. Зоопланктон горных озер междуречья Чуи и Башкауса.— В кн.: Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. Барнаул, 1979.

Петкевич А. Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства в Обь-Иртышском бассейне. Томск, 1972.

Петкевич А. Н., Иоганзен Б. Г. Перспективы рыбного хозяйства верхней Оби в связи с гидростроительством.— Изв. ВНИОРХ, 1958, т. 44.

Померанцева Д. П. Рост, развитие и продукция основных видов ветвистоусых ракообразных оз. Сартлан.— Гидробиол. журн., 1974, т. 10, вып. 6.

Попользин А. Г. Проблема зональной типологии озер юга Обь-Иртышского бассейна.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М.: Наука, 1967.

Рогов Н. Н., Базилевич Н. Н. Земельные ресурсы Алтайского края и их использование в земледелии.— В кн.: Природное районирование Алтайского края. М.: Изд-во АН СССР, 1958.

Световидова А. А. Ревизия рода алтайских османов.— Вопр. ихтиологии, 1965, т. 5, вып. 2.

Старостенко А. М. Прудовое рыбоводство в Алтайском крае. Барнаул, 1973.
Соловов В. П. О летальных факторах среды при выращивании пеляди.— В кн.: Тез. докл. науч.-практ. конференции СибрыбНИИпроекта. Тюмень, 1975.
Федорова Л. С. Сезонные и годовые колебания зоопланктона в озерах Алтая.— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск, 1973.
Филиппова А. В. Некоторые результаты изучения фитопланктона водоемов Алтайского края.— В кн.: Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. Барнаул, 1979.

УДК 639.21

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ОЗЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ИХ МЕЛИОРАЦИЯ

И. С. МУХАЧЕВ

Комплексные крупномасштабные рыбоводные и технико-мелиоративные работы, проведенные в 60—70-х годах на озерах Тюменской и соседних областей, дали начало новому направлению в системе рыбного хозяйства внутренних водоемов — озерному товарному рыбоводству, что способствовало получению первых ощутимых хозяйственных результатов.

Наиболее перспективными для нового направления являются условия Западной Сибири, на территории которой находится множество разнотипных озер. Они различаются по генезису озерных котловин, морфометрии, гидрологии, химическому составу вод, флоре и фауне.

В Тюменской, Томской, Омской, Новосибирской и Кемеровской областях и Алтайском крае общая площадь озер превышает 7,3 млн. га (табл. 1). Из них 2,9 млн. га входит в рыбохозяйственный фонд. Больше всего озер в Тюменской области (6,1 млн. га). За ней следует Новосибирская область с большими рыбохозяйственными озерами — Чаны, Убинское, Сартлан.

При проведении технико-мелиоративных работ высокий уровень рыбопродуктивности способны обеспечить также озера Омской области и равнинной части Алтайского края.

В целом для Западной Сибири характерны малые озера площадью до 1 тыс. га и мелководные озера (от 1—2 до 5—6 м). Многие из них подвержены зимним заморам, что гибельно для большинства беспозвоночных и рыб. Однако имеется значительное количество и незаморных озер.

На севере Западной Сибири почти все водоемы объединены в озерно-речные системы. Здесь обилие озер связано с плоским рельефом, близким залеганием водоупорных горизонтов и широким распространением вечной мерзлоты, делающей рыхлые наносы водонепроницаемыми.

В южной части Западной Сибири, в пределах лесостепной и степной зон, встречаются многочисленные замкнутые котловины разно-

ТАБЛИЦА 1. Озерный фонд Западной Сибири

Область	Озерная акватория, тыс. га		
	общий фонд	закрепленная за рыбохозяйственными организациями	пригодная для товарного рыбоводства
Тюменская	6100	2225	440
Томская	248	90	23
Омская	230	87	58
Новосибирская	500	415	371
Кемеровская	6	—	4
Алтайский край	276	89	84
Всего	7360	2906	980

образной величины и формы, заполненные озерными водами хлоридно-натриевого, сульфатного и реже — гидрокарбонатного класса [Поползин, 1967].

Биологический потенциал кормовой базы озер позволяет продуцировать прирост ихтиомассы, например, сиговых рыб по 30—90 кг/га ежегодно в таежной зоне Западной Сибири, где реальная продукция зоопланктона за вегетационный период составляет от 7,7 г/м^3 в олиготрофных до 17,1—20,5 г/м^3 в мезотрофных и эвтрофных озерах, а бентоса — соответственно 34,8 и 59 г/м^2 [Салазкин, 1975].

В озерах лесостепной и степной зон, содержащих больше органического вещества на единицу акватории по сравнению с северными водоемами, ежегодный прирост ихтиомассы быстрорастущих рыб (сиговых, сазана и карпа) достигает 250—500 кг/га [Мухачев и др., 1977; Нестеренко и др., 1974]. Такая рыбопродукция создается благодаря высокой кормности большинства водоемов юга Западной Сибири, где реальная продукция потребляемых рыбами беспозвоночных в десятки раз превышает эти показатели в северных водоемах [Бурдиян, Кубышкин, 1976; Попов, 1978, и др.].

Анализ многочисленных фактических данных по выходу товарной рыбы, полученных на озерах Западной Сибири и Зауралья, и соответствующие продукционные расчеты кормовой базы и пищевых рационов культивируемых и местных рыб [Нестеренко и др., 1975; Бурдиян и др., 1976; Мухачев и др., 1977; Созинов, Самусина, 1978; Шеренкова, 1978] позволяют вполне объективно обосновать нормативные показатели выхода товарной рыбы для трех зон озерного рыбоводства в зависимости от принимаемой формы хозяйства, приведенные в табл. 2.

При экстенсивной форме рыбоводства работы на озерах ограничиваются только вселением молоди (чаще всего личинок в монокультуре) и отловом товарной рыбы (сеголетки, двухлетки). Комплексная интенсификация предусматривает работы по коренной

ТАБЛИЦА 2. Нормативные показатели уловов товарной рыбы для малых озер Западной Сибири (в кг/га)

Зона озерного рыбоводства	Форма хозяйства		
	промысел естественной ихтиофауны	экстенсивное рыбоводство	комплексная интенсификация
Сиговая (между изотермами 1000—1500°С)	3—5	15—25	45—60
Сигово-карповая (между изотермами 1500—2000°С)	10—20	30—40	60—100
Карпо-сиговая (между изотермами 2000—2400°С)	25—35	70—100	250—350

мелиорации водоемов с целью их подготовки для выращивания ценных видов рыб.

К интенсификационным мерам, эффективность которых выявлена в условиях некоторых рыбоводных озерных хозяйств Западной Сибири (Казанский, Тобольский, Армизонский, Большеуватский, Кучакский, Крутинский, Сартланский рыбхозы и рыбзаводы), относятся: устройство на озерах водорегулирующих сооружений — дамб и плотин со шлюзами, устройство рыбозаградителей и котцовых ловушек на втоках и вытоках из озер, расчистка участков озер для активных орудий лова, применение камышекосилок, использование аэраторов воды, потокообразователей, внесение минеральных удобрений, взмучивание и аэрация донных отложений, применение больших неводов и электротралов.

Технико-мелиоративное воздействие на среду озер создает лучшие предпосылки для результативности рыбоводных работ, для чего в структуру рыбхозов входят питомники и прудово-бассейновые зимовальные комплексы, что вносит в технологический процесс выращивания рыбы в озерах новый качественный порядок, обеспечивающий нормативный (плановый) улов.

Следовательно, для перехода от экстенсивной к интенсивной форме озерного рыбоводства непременным условием становится коренная мелиоративная подготовка озер к эксплуатации и их систематическое зарыбление жизнестойкой молодью — сеголетками, годовиками, а в отдельных случаях — двухлетками, биологически обоснованным комплексом рыб — поликультурой.

Для Западной Сибири, где выделено три зоны озерного рыбоводства, комплексы поликультур могут быть следующими. В первой, сиговой зоне, ограниченной изотермами суммы среднесуточных температур выше 10°С от 1000—1100 до 1500°С, ведущими объектами товарного рыбоводства являются сиговые: пелядь, пыжьян, чир, муксун, рипушка, а дополнительными — нельма, язь, плотва, карась.

Во-второй, сигово-карповой зоне, расположенной между изотермами 1500—2000°С, основными объектами также являются сиговые

рыбы (планктофаги и бентофаги) — пелядь, ряпушка, пыжьян, чир, муксун, дополнительными — карп, сазан, щука, караси, нельма.

Для третьей, карпо-сиговой зоны, расположенной между изотермами с суммами температур 2000 и 2300—2400°С, сиговые — пелядь, пыжьян, их гибриды и карп могут давать равнозначные высокие уловы. В качестве дополнительных объектов здесь целесообразны белый амур и толстолобик, а в случае необходимости — судак, щука и лещ.

Для рыбного хозяйства Западной Сибири особое значение имеют сезонные и многолетние колебания уровней воды, подробно проанализированные А. В. Шнитниковым [1969] в длительном историческом плане.

Последние исследования этого природного явления вновь подтверждают зависимость уровней воды в озерах Западной Сибири от интенсивности солнечной активности. Предстоящее очередное наступление фазы повышенной увлажненности [Максимов и др., 1979] должно обязательно учитываться рыбохозяйственными органами.

Существующие циклические изменения уровней озер Западной Сибири, особенно в ее южной части, приводят либо к росту либо к падению их биологического свойства — уровня рыбопродуктивности, что непосредственно отражается на величине промыслового улова рыбы. Например, в главнейшем рыбопромысловом оз. Чаны улов рыбы в 1970 г., как следствие засушливых 1966—1968 гг., составили всего 3,1 тыс. ц вместо 70—80 тыс. ц в другие периоды [Петкевич и др., 1975].

В целом для Западной Сибири уловы на озерах за пятилетие были следующими: в 1974 г.— 142,1 тыс. ц; в 1975 г.— 145,5; в 1976 г.— 173,8; в 1977 г.— 159,5 и в 1978 г.— 118,4 тыс. ц, или 32,7—38,0% от улова рыбы на всех типах водоемов. Уменьшение уловов в 1978 г. произошло в связи с очередной депрессией водности, вызванной засушливым периодом 1974—1977 гг.

Такова общая картина рыболовства на западносибирских озерах. Очевидно, требуется проведение крупных мелиоративных мероприятий, учитывая возможности быстрой экономической окупаемости этих работ, а главное — увеличение улова хорошей пищевой рыбы во много раз [Кудерский, 1977; Руденко, 1976]. Как следует из практики рыбохозяйственной эксплуатации озер, проведение мероприятий по улучшению гидрологического режима водоемов за счет гидротехнического строительства, устранения излишней растительности, полного или частичного подавления нежелательной малоценной ихтиофауны, повышения кормности при внесении минеральных удобрений и вселении кормовых организмов в сочетании с рыбоводными работами позволяют значительно увеличить рыбопродуктивность и уловы рыбы [Кудерский, 1977; Мухачев и др., 1977; Воскобойников, 1978; Соловов, 1978].

На важность проведения гидротехнической мелиорации озер Западной Сибири почти полвека назад самое серьезное внимание обращал А. И. Березовский [1935]. Он отмечал, что вследствие

такого природного явления, как периодичность колебания уровня воды в водоемах, происходят довольно резкие изменения в состоянии рыбного хозяйства районов нашей страны с неустойчивым и недостаточным увлажнением. Поэтому целенаправленное биологически обоснованное проведение коренных мелиоративных работ должно стать постоянной заботой хозяйственных организаций.

Этот же вопрос был особо поднят П. Л. Пирожниковым с соавторами [1969], призывавшими ученых повысить интерес к проведению исследований как по направленности мелиоративных работ, так и по определению их эффективности. Ясно, что такого вида исследования довольно продолжительны и, главное, должны проводиться не только систематически, но и быть комплексными.

На мелководных карасевых озерах юга Тюменской области в 60—70-х годах развернулись первые работы по гидротехнической мелиорации, что в сочетании с другими видами рыбохозяйственных мероприятий дает положительные результаты.

Примерами полезного влияния гидротехнических сооружений — водорегулирующих дамб — служат подобные сооружения на водоемах Казанского и Кучакского озерных хозяйств Тюменской области, оз. Чаны в Новосибирской области и т. д.

В Казанском опытно-показательном хозяйстве Сибрыбпрома девять озер зарегулированы низконапорными дамбами (1—1,2 м высотой) с трубчатыми регуляторами-водосбросами. После сооружения дамб непосредственная связь озер Полковниково, Сладкое, Большое Сетово, Убиенное, Безрыбное, Большое и Малое Кабаньи, Большое и Малое Яровские с рекой Ишим прекратилась, а их среднегодовой уровень повысился на 0,3—0,6 м.

Для предотвращения ухода рыбы из озер в низких местах устроены верховины. У верховин также отсыпаны оградительные дамбы шириной по гребню до 3 м с заложением откосов 1 : 2,5.

Для озер лесостепной и степной зон, основным источником питания которых являются атмосферные осадки, большое значение имеет максимально возможная аккумуляция вешних вод, особенно для озер заморного типа.

При строительстве водорегулирующих сооружений следует учитывать требования сельскохозяйственного производства, так как вокруг озер располагаются сенокосные и пастбищные угодья, пахотные земли, затопление которых может нанести существенный ущерб сельскому хозяйству.

Тем не менее сброс паводковых вод должен регулироваться и осуществляться лишь в случае необходимости. Тогда донные водовыпуски — регуляторы имеют существенные преимущества перед верховыми, плохо регулируемыми водопропускными сооружениями.

Зарегулированные озера Казанского рыбхоза в эти годы испытывали незначительное депрессивное состояние гидрологических и гидробиологических режимов: в них систематически выращивали рыбу в среднем по 100—130 кг/га. На соседних незарегулированных озерах в засушливые периоды с малой водностью колебания уло-

вов были большими, но при меньшей абсолютной величине, всего 15—45 кг/га.

В Кучакском озерном хозяйстве, расположенном в таежной зоне в 50 км к северу от Тюмени, водоемы также зарегулированы дамбами. В состав хозяйства входят шесть озер — Тангач, Кучак, Ипкуль, Большой Магат, Баярык и Шапкуль, имеющих сток в р. Иска (приток р. Тобол).

Основное назначение дамб в этом хозяйстве также связано с необходимостью подъема уровня воды (пять из шести озер являются заморными) с целью улучшения нагула рыбы. Второе назначение — преграждение попаданию нежелательной рыбы из реки, и, наоборот, скату выращиваемой рыбы в реку.

Строительство водорегулирующих дамб в таежной заболоченной местности — трудное, однако возможное и целесообразное мероприятие.

В Тобольском районе летом 1970 г. в результате сооружения временной запруды на истоке речки Алымки (ширина 20—25 м, глубина 3 м, скорость течения 0,3 м/с), вытекающей из оз. Андреевского (7,6 тыс. га), находящегося в заболоченной местности, уровень этого водоема поднялся на 40—45 см. Осенью запруда разрушилась и с током воды из озера по речке Алымке в р. Иртыш скатилось несколько миллионов крупных сеголетков пеляди. 1120 ц удалось отловить ниже запруды благодаря перекрытию русла речки котцовой ловушкой.

В следующем, 1971 г. речка Алымка была перегорожена плотиной, благодаря чему удалось зарегулировать группу карасевых заморных озер общей площадью 10 тыс. га. Это гидротехническое сооружение улучшило условия нагула сеголеткам пеляди, а в оз. Андреевском пелядь в отдельные зимы сохранялась. Так, в 1972 г. в нем было добыто 9,7 кг/га товарных сеголетков и 40,8 кг/га двухлетков.

В настоящее время в зарегулированной андреевской группе озер ежегодно выращивают от 2,5 до 4,0 тыс. ц пеляди. Вместе с карасем уловы составляют 50—70 кг/га.

Широко проводится гидротехническое рыбохозяйственное строительство на озерах Новосибирской области. Толчком к этому послужило ухудшение гидрологического режима всех озер в 60-х годах. По данным С. С. Захарова [1975], на основном рыбопромысловом водоеме — оз. Чаны — отчленен дамбой осолененный Юдинский плес, благодаря чему на основной акватории озера (200 тыс. га) повысился уровень на 0,5—0,6 м и восстановились запасы рыбы после сильных заморов в 60-е годы.

Новосибирскрыбпром проводит работы по водоустройству оз. Убинского (45 тыс. га). Для его пополнения водой прорыт канал, соединяющий озеро с р. Майначкой, берущей начало на Васюганских болотах. Ведутся также работы по водохозяйственному устройству Карасукской системы общей площадью 8 тыс. га. Положительные примеры водорегулирования озер с целью выращивания

товарной пеляди и карпа в малых озерах описаны С. С. Фолитареком [1976].

Подобные гидротехнические мелиоративные работы проводятся и в других областях Западной Сибири и Зауралья.

Другой вид коренной мелиорации — углубление мелководных заморных озер — проводится в Тюменской области. Здесь начаты дноуглубительные работы на озерах Лебяжье (120 га), Юрашево (120 га), Тулубаево (300 га) и Андреевское под Тюменью (1,5 тыс. га). Предполагается, что углубление 8—10% акватории озер, т. е. создание «зимовальных ям», позволит улучшить условия жизни кормовых организмов и рыбы.

По рыбохозяйственной классификации, оз. Андреевское — типичный карасевый водоем с ежегодными заморами (дефицит, близкий к 0,5—1 мг/л O_2 наступает в конце января), но с высоким потенциалом зоопланктона и зообентоса.

Озеро, имевшее сток через систему водоемов в р. Тобол и максимальные глубины 1,5—1,6 м, было зарегулировано плотиной со шлюзом-регулятором, благодаря чему среднегодовой уровень воды повысился на 0,6—0,7 м. Одновременно проводили дноуглубительные работы с целью улучшения газового режима водоема, а песок, добываемый со дна озера, реализовали строительным организациям.

Общая площадь углубленной зоны до 8—15 м превысила 80 га, или около 5,5% акватории озера. Работы по углублению водоема продолжаются.

Интересным представляется и такой факт, обнаруженный нами на оз. Андреевское: песчаные выработки довольно быстро, всего за 2—4 года, покрываются слоем тонкозернистого черного ила толщиной 5—15 см за счет его «стекания» с мелководий и новообразований и весьма обильно заселяются олигохетами и хирономидами.

Биомасса бентосных организмов на углубленных участках, по данным дночерпательных проб, в 1977—1979 гг. составляла 44—58 г/м², не уступая продуктивности донной фауны незатронутых участков дна озера.

В оз. Андреевское благополучно перезимовала пелядь. В то же время на озерах, расположенных к югу от оз. Андреевского, включенных в состав Ялуторовского рыбхоза, не было осуществлено гидротехническое переустройство, что в условиях продолжительного периода низкой водности к 1978—1979 гг. привело эти водоемы к сильному обмелению (до 1—1,5 м) и зарастанию жесткой и мягкой водной растительностью 50—80% акватории.

В такой экологической обстановке темп роста сеголетков пеляди был плохим: осенью они весили всего 14—25 г, тогда как в оз. Андреевском — 100—140 г. Даже популяции карасей в большинстве озер Ялуторовского рыбхоза перестали быть промысловыми из-за крайне замедленного роста и частичной гибели от промерзания и заморов.

К приемам текущей мелиорации, успешно применяемым в озерном рыбоводстве Тюменской и соседних областей, следует отнести использование компрессорных аэрационных установок.

Борьба с заморными явлениями в рыбоводных хозяйствах велась давно, но примитивными способами.

На озерах Челябинской области впервые ветросиловой аэратор конструкции Решетникова был применен в 50-х годах [Решетников, 1961] и показал хорошие результаты: в заморных озерах Мисяш и Тишки удавалось сохранить вселенных карпа и рипуса.

В настоящее время рыбохозяйственные предприятия Западной Сибири и Северного Казахстана применяют различные компрессорные агрегаты, но более эффективными оказались аэраторы конструкции СибрыбНИИпроект.

Испытания нового аэратора проводились на заморных озерах Казанского рыбхоза и Кучакского экспериментального хозяйства [Дорофеев и др., 1973]. Аэратор показал хорошие эксплуатационные качества: в типично заморных озерах Ипкуль (510 га), Полковниково (326 га) и Большое Сетово (243 га) и других водоемах работающие агрегаты позволяют сохранять зимой пелядь, муксуна и карпа.

Институт СибрыбНИИпроект продолжает работы по совершенствованию аэрационных установок. Изготавливаются опытные партии более мощных аэраторов, обладающих плавучестью и способных работать не только от дизельного двигателя, но и с электроприводом [Пожидаев и др., 1978].

Особое значение для озерного рыбоводства приобретает возможность применения рыхлителя илов — самоходного агрегата типа «Дно» [Справочник 1974], сконструированного в Тюмени. Этот агрегат, как и потокообразователь типа ЛР-39 [Слинкин, 1978], позволяет постоянно поддерживать высокий уровень насыщения воды озер биогенами за счет их вовлечения в полезный круговорот из илов, где они накапливались многими столетиями.

Повышенный фон биогенных элементов и аэрация водной толщи создают благоприятные условия для синтеза первичной продукции и последующих трофических звеньев, обеспечивая образование ихтиомассы за вегетационный период до уровня 250—350 кг/га (см. табл. 2).

В ближайшее время следует организовать производство этой техники в необходимом количестве для озерных рыбхозов Западной Сибири и других регионов страны.

Для проведения текущей мелиорации в рыбхозах также требуются различные землеройные механизмы — земснаряды, экскаваторы, бульдозеры, канавокопатели, грузовой и живорыбный транспорт, мощные камышекосилки, механизмы для внесения удобрений и ихтиоцидов, эффективные рыболовные агрегаты, контейнеры для транспортировки молоди, передвижные инкубационные и личиночно-мальковые станции, аппаратура для экспресс-анализов газового и солевого состава воды и состояния кормовой базы озер.

При проведении рыбоводных работ на озерах, когда рентабельность ведения хозяйств резко возрастает, необходим строгий контроль и учет всего биотехнического цикла работ на водоемах и охрана выращиваемой рыбы.

В каждом озерном рыбхозе или рыбзаводе должна функционировать небольшая (на 2—4 специалиста) производственная рыбоводно-биологическая лаборатория, так как контроль за состоянием химизма воды, газового режима, динамикой кормовой базы, степенью ее выедания рыбами и ростом выращиваемых рыб в товарном хозяйстве обязателен.

Правильное использование биологических ресурсов озер, повышение уровня рыбопродуктивности и управления ею приблизят озерное рыбоводство к прудовому, что следует рассматривать как важную народнохозяйственную задачу и содействовать ей.

ЛИТЕРАТУРА

Березовский А. И. Мелиорация в рыбном хозяйстве. М.; Л.: Всесоюз. кооп. объединен. изд-во. 1935. 76 с.

Бурдиян Б. Г., Кубышкин В. И. К вопросу определения норм посадки рыбы в озера.— Рыб. хоз-во, 1976, № 12, с. 20—21.

Бурдиян Б. Г., Мухачев И. С., Созинов И. А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб, выращиваемых в малых озерах Западной Сибири методом поликультуры.— В кн.: Материалы Всерос. совещ. по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб». Л.: ГосНИОРХ, 1976, с. 61—68.

Воскобойников В. А. Рыбопродукционные возможности озер юга Западной Сибири на примере озера Хорошее.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, с. 98—99.

Дорофеев Б. А., Трошанов А. Г., Юхнева В. С., Бурдиян Б. Г. Об эффективности работы агрегата для аэрации воды в заморных озерах.— Рыб. хоз-во, 1973, № 3, с. 23—26.

Захаров С. С. Состояние и перспективы развития рабоводства в Новосибирском рыбтресте.— В кн.: Тез. докл. науч.-практ. конф. СибрыбНИИпроект по развитию Тюмен. рыбохоз. комплекса. Тюмень, 1975, с. 8—9.

Кудерский Л. А Научные основы интенсификации рыбного хозяйства во внутренних водоемах страны.— Рыб. хоз-во, 1977, № 1, с. 13—15; № 2, с. 6—8.

Максимов А. А., Понько В. А., Сытин А. Г. Смена фаз увлажненности Барабы. Новосибирск: Наука, 1979. 64 с.

Мухачев И. С., Бурдиян Б. Г., Кугаевская Л. В. Опыт товарного рыбоводства в озерах Тюменской и соседних областей: Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. Сер. «Рыбохоз. использование внутр. водоемов». М., 1977, вып. 3. 100 с.

Нестеренко Н. В., Галактионова Е. Л., Лопатышкина Г. М., Подкина Н. М. Пелядь в озерах Урала.— Изв. ГосНИОРХ, 1975, т. 104, с. 84—94.

Нестеренко Н. А., Парамонов О. П., Сецко Р. И. Эффективность выращивания сиговых в крупных озерах Новосибирской области.— В кн.: Тез. докл. Всерос. совещ. по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб». Л.: ГосНИОРХ, 1974, с. 39—41.

Петкевич А. Н., Вотинов Н. П., Козьмин Ю. А. и др. Состояние запасов и воспроизводство промысловых рыб в водоемах Сибири и Урала.— Вопр. ихтиологии, 1975, т. 15, вып. 3 (92), с. 402—416.

Пирожников П. Л. Карпевич А. Ф., Исаев А. И., Карпова Е. И. Биологические основы работ по рыбохозяйственной мелиорации внутренних водоемов.— Вопр. ихтиологии, 1969, т. 9, вып. 5 (58), с. 771—781.

Пожидаев А. Д., Дорофеев Б. А., Юхнева В. С., Панчишин В. В. Новые способы аэрации воды в рыбохозяйственных водоемах.— Изв. ГосНИОРХ, 1978, т. 136, с. 150—155.

Попов П. Я. Зоопланктон и его продукция в озерах — питомниках лесостепной зоны Тюменской области.— В кн.: Продуктивность водоемов разных

климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, с. 193—195.
Techuhuk A. Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1967. 350 с.
Решетников П. М. Пневматический аэратор для заморных рыбохозяйственных водоемов.— В кн.: Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 321—322.
Руденко Г П. Пути развития рыбного хозяйства на малых озерах страны.— Рыб. хоз-во, 1976, № 3, с. 16—19.
Салазкин А. А. Кормовая база озер разных типов Ханты-Мансийского округа и ее рыбохозяйственная оценка в связи с выращиванием сиговых рыб.— Изв. ГосНИОРХ, 1975, т. 104, с. 185—204.
Слинкин Н. П. Использование искусственного течения при облове озер.— В кн.: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по товарному прудовому и озерному рыбному хозяйству (6—8 декабря 1978 г. пос. Рыбное). М.: ЦНИИТЭИРХ, 1978, с. 117—119.
Созинов И. А., Самусина В. В. Питание и баланс энергии сеголетков сиговых рыб, выращиваемых в озерах-питомниках лесостепной зоны Тюменской области.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, с. 186—188.
Соловов В. П. Озерный фонд Алтайского края и перспектива его рыбохозяйственного использования.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, с. 115—118.
Справочник по механизации работ в прудовом рыбоводстве. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 312 с.
Фолитарек С. С. Некоторые вопросы охраны и преобразования природы.— Тр. Биол. ин-та СО АН СССР, 1976, вып. 21, с. 3—70.
Шеренкова И. П. Питание и баланс энергии сеголетков пеляди и ряпушек в оз. Пикуль.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, с. 184—185.
Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Наука, 1969. 244 с.

УДК 639.2.052.2

ПРОБЛЕМА КОМПЛЕКСНОГО И ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОЗЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. С. ФОЛИТАРЕК

В Западной Сибири насчитывается свыше миллиона озер суммарной площадью около 11,7 млн. га. Это примерно около половины озерного фонда всей страны.

По этой территории озера распределены неравномерно. В горных областях — Алтайской и Кузнецко-Салаирской, занимающих около 20% площади Западной Сибири, имеется только 7100 озер, занимающих 67,3 тыс. га. Основная их масса — 1 147 232 озера с суммарной водной поверхностью в 11 597,6 тыс. га — приурочена к величайшей в мире Западно-Сибирской равнине, справедливо по-

лучившей название Великой озерной страны [Фолитарек и др., 1976].

На равнине озера также встречаются не повсеместно. По данным Г. Д. Рихтера [1957], здесь нередки обширные области, почти лишенные озер (Среднее и Северное Приуралье, Обско-Енисейский водораздел и др.), в то время как во многих других районах (Средний и Южный Урал, Причановская низменность, Южное Приуралье и др.) озерные скопления покрывают значительные площади.

Рассматривая распределение озер в зональном аспекте, видно, что крупные озерные скопления находятся и в зоне тундры, и в лесной зоне, и, наконец, в лесостепной и степной зонах. Например, на юге Обь-Иртышского бассейна насчитывается около 39 тыс. озер с суммарной площадью до 3,14 млн. га [Поползин, 1967].

Особого внимания заслуживают степные и лесостепные озера, расположенные в районах с развитым сельским хозяйством и промышленностью и наиболее плотным населением, где правильное решение вопросов охраны и рационального использования природных ресурсов имеет в настоящее время важное значение.

Озера юга Западной Сибири характеризуются неповторимыми особенностями. Залегая на почти идеальной равнине, они, как правило, невелики и мелководны. А. Д. Пападиади [1953] указывает, что в Барабе 2153 озера (84,2%) имеют площадь менее 100 га, 336 озер (13,2%) — от 100 до 500 га, 61 озеро (2,4%) — от 500 до 5000 га и только пять (0,2%) особо крупных озер (Чаны, Убинское, Сартлан, Тандово и Урюм) превышают 5000 га. Средняя глубина озер редко превышает 2 м. Небольшие и мелководные озера образно называют «блюдцами».

Интенсивная солнечная инсоляция и высокие летние температуры, свойственные югу Западной Сибири, обеспечивают прогревание и освещенность мелководных озер до дна. Летом температура воды здесь достигает 30,2° [Поползин, 1967].

Залегая в окружении почв с легким механическим составом, склонных к разрушению, степные и лесостепные озера активно аккумулируют материалы ветровой и водной эрозии.

Сочетание яркого солнца, прогретой до дна воды и постоянного притока дополнительного минерального питания, т. е. сочетание всех факторов, оптимальных для биологической продуктивности, обеспечивает развитие в озерах обильной водной и прибрежной растительности и многочисленность животного населения. Особенно высокими значениями биомассы характеризуются небольшие мелководные озера, которые из-за систематических заморов (см. ниже) относятся к безрыбным, или карасевым. Например, в барабинских озерах Юкла и Кайлы обнаружено 3796 и 2081 кг бентоса на 1 га [Федюшин, 1939; Федюшин, Москачева, 1939]. Запасы озерного рачка (гаммаруса, или мормыша,— корма для рыб и уток) достигают здесь 1,6 т/га, водных растений (ряски, рдестов и др.) — 70—110 т/га [Федюшин и др., 1962; Зыбин, 1958; Фисинин, 1965; и др.].

Нельзя не отметить в озерах залежей сапропеля и других донных отложений [Россолимо, 1967; и др.], Сапропель представляет студнеобразную, жирную на ощупь массу, образующуюся на дне пресных озер и болот из животных и растительных организмов. Отмирая, они оседают на дно и в результате длительных преобразований при слабом доступе кислорода превращаются в сапропель. По химическому составу сапропели представляют собой органоминеральный комплекс. Они обычно характеризуются как естественный концентрат многих микро- и макроэлементов, витаминов, биостимуляторов и антибиотиков и представляют собой очень ценный продукт. Они могут использоваться не только как комплексное удобрение, но и как высококачественная добавка к кормам, обеспечивающая витаминно-минеральное питание животных. По единодушному мнению многих исследователей, сапропели охотно поедаются всеми животными, включая рыб, обеспечивают повышение продуктивности животных до 20%. Они могут использоваться также как среда для выращивания растений гидропонным способом, как материал для кольматации заболоченных угодий и для других целей.

По запасам биомассы, накоплению донных отложений западносибирские мелководные озера не имеют себе равных и представляют наиболее богатые и перспективные элементы природы этой зоны. Многочисленность и рекордная первичная продуктивность озер обусловливают их привлекательность и для позвоночных животных. В недалеком прошлом озерная лесостепь славилась как величайшее гнездовье водоплавающей дичи [Формозов, 1934], а также значительными запасами рыбы и ондатры.

Мелководность озер, определяющая их богатство, таит в себе и их невзгоды. Дело в том, что при внутривековых изменениях гидрометеорологического режима, типа циклов Брикнера, продолжительность которых составляет немногим более 30 лет [Иоганзен, 1951; Шнитников, 1969], уровень озер периодически падает, что сказывается на мелководных озерах особенно сильно. В регрессивной фазе обводненности озера-блюдца мелеют, минерализуются, их площадь сокращается. Зимой в них развиваются заморы рыбы, и они промерзают или почти промерзают до дна. Все это гибельно сказывается на рыбе, ондатре, водоплавающих птицах. По данным Д. И. Лузанской, Н. О. Савиной [1956], «состояние рыбных запасов в оз. Чаны связано с высотой его уровня. В многоводные годы уловы превышают 100 тыс. ц, в маловодные снижаются до 4—2 тыс. ц». Запасы животных и растительных кормов в озерах в эти неблагоприятные периоды и в отдельные особо засушливые годы могут даже увеличиваться. Последнее связано с наиболее высокими температурами воды и снижением числа потребителей. Таким образом, в засуху своеобразная термофикация и эвтрофикация озер возрастают, и для них характерны рекордные урожаи кормов. Для юга Западной Сибири, систематически страдающего от засух, это имеет важное значение.

В настоящее время завершается длительный (продолжающийся с 1951 г.) период обмеления озер, и на ближайшее десятилетие ожидается повышение их уровня.

Озера юга Западной Сибири, сформировавшиеся в чрезвычайно своеобразных условиях рельефа, климата и окружающих их почв, качественно, генетически отличаются от озер других регионов. Среди озер разного уровня трофности по биопродуктивности они занимают крайнее положение и заслуживают особого места в классификации. Это подтверждается большим своеобразием возможностей хозяйственного использования этих озер. Учитывая необходимость выявления и описания самостоятельных западносибирских типов озер, что до сих пор не нашло должного отражения в литературе, предлагается выделить в особую категорию — маленькие мелководные озера с обильным населением и именовать их западносибирскими тучными озерами-блюдцами, или западносибирскими ультраэвтрофными озерами-блюдцами.

Многочисленность и высокая кормность озер, значительное количество мелких озер, особо богатых растительными и животными кормами, и неустойчивость рыбного промысла издавна наводили на мысль о необходимости использования озер в интересах не только рыбного и охотничье-промыслового, но и сельского хозяйства. Вслед за предложениями П. Л. Пирожникова серию работ по использованию гаммаруса, ряски, выращиванию домашних уток на мелководьях и приготовлению пасты из тростника выполнили профессор Омского сельскохозяйственного института А. В. Федюшин [1939; и др.] и его сотрудники: А. С. Зыбин [1958], И. К. Кондратьев [1949], В. И. Фисинин [1965] и др.

С 1959 г. вопросы интегрированного использования озер разрабатывает комплексная экспедиция Биологического института СО АН СССР, объединяющая силы ряда учреждений.

Под комплексным использованием водных ресурсов обычно понимают взаимоотношения рыбной промышленности с энергетикой, транспортом, промышленностью и т. д. В озерной лесостепи Западной Сибири многие из этих взаимоотношений неактуальны. Говоря о комплексном использовании водоемов, мы имеем в виду использование главным образом их биологических ресурсов.

Нами накоплены значительные количественные данные о природе озерных котловин, выделены истинные причины их оскудения, разработаны научные основы охраны и рационального использования биологических ресурсов и биотехнических мероприятий по обогащению и оздоровлению озерных котловин. Результаты этих работ изложены в статьях, диссертациях и др.[1]

Здесь мы остановимся лишь на вопросах хозяйственного использования озер. В настоящее время лесостепные озера дают не-

---

[1] Основные работы и списки литературы имеются в сборниках: Охрана и преобразование природы лесостепи Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1976. 332 с. Биотехния: Теоретические основы и практические работы в Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 279 с.

значительное количество товарной продукции. Рыбная промышленность осваивает только самые крупные озера. Тысячи средних и мелких озер служат в основном лишь для любительской охоты.

Препятствием к полноте и повторности хозяйственного использования лесостепных озер служит их недостаточная изученность, природные невзгоды (о чем уже говорилось), малочисленность специализированной техники и другие причины.

Сопоставление имеющихся литературных данных и многолетние исследования привели нас к выводу о необходимости отхода от экстенсивного и ведомственного природопользования. Природный комплекс озер может рационально использоваться только на основе интегрированных планов. Ведомственную эксплуатацию озер следует заменить активными комплексными управляемыми озерными хозяйствами, основанными на проведении биотехнических мероприятий по расширенному воспроизводству живых ресурсов. В этом случае интенсивное использование озер будет хорошо сочетаться с задачами охраны и оздоровления природы. Экспедиция выдвинула также задачу использовать не только крупные, но и средние и мелкие озера, которых большинство [Фолитарек, 1976, 1980; и др.].

Необходимость интенсивного ведения озерного хозяйства стала особенно очевидной в последнее десятилетие, когда на фоне неблагоприятного гидрологического режима запасы рыбы, дичи и пушнины быстро оскудевали. Очевидно, любая отрасль природопользования, основанная на экстенсивном собирательстве «даров природы», неизбежно окажется в тяжелом состоянии. Раньше других это понято исследовательскими и практическими организациями рыбной промышленности. Последняя [см., например: Захаров, 1979] активными мелиоративными и рыбохозяйственными мероприятиями, несмотря на неблагополучную природную обстановку, наращивает запасы и вылов рыбы в Новосибирской области. Охотничьему хозяйству надо следовать этому примеру.

Наиболее существенным доводом в пользу интенсивного комплексного озерного хозяйства служат опытные работы, проведенные экспедицией на группе озер в Карасукском районе Новосибирской области. Здесь был выделен опытный участок, включающий четыре озера (Кусган, Кротовая Ляга, Титово, Малое Черное) общей площадью 1786 га. Вместе с охранной зоной (7814 га) площадь участка составила 9600 га. Он расположен в 12 км от г. Карасука. На берегу оз. Кротовая Ляга на площади 4 га построен стационар Биологического института СО АН СССР, имеющий около 30 лабораторных, жилых и служебных помещений.

По договору между Биологическим институтом и Главохотой РСФСР, которая финансировала эти работы, на опытном участке в 1966—1970 гг. были проведены биотехнические мероприятия. Учитывая, что в настоящее время юг Западной Сибири переживает трудный период низкой обводненности, в первую очередь это были гидромелиоративные работы, направленные на улучшение водного режима озер путем рационального использования наводковых вод р. Карасук. Было построено три шлюза, три канала, семь дамб,

пруд (8 га) для подращивания личинок рыб, временные земляные перемычки. Установлена возможность полного опорожнения оз. Титово (405 га) и его использования как спускного нагульного пруда для интенсивного рыбоводства. Пополнение озер достигалось и путем отчленения займищ и низин, где теряется значительная часть годового стока реки; соединением каналами озер с рекой и принудительным накоплением паводковой воды в озерах с помощью дамб.

Первое пополнение оз. Титово было достигнуто весной 1968 г., а первый его спуск проведен осенью того же года. Весной 1969 г., кроме оз. Титово, был пополнен уровень озер Кусган и Кротовая Ляга. Весной 1970 г. все три озера получили прибавку воды, а осенью оз. Титово было спущено вторично. Пополнение озер и преобразование оз. Титово в спускной водоем положительно сказались на состоянии ресурсов рыбы, ондатры, водоплавающей дичи, существенно повысили продуктивность участка.

В 1968—1970 гг. на оз. Титово под руководством ихтиологов и гидробиологов М. В. Волгина, Л. Л. Сипко и других выращивали мальков и годовиков карпа, годовиков сазана и белого амура, личинок пеляди и разновозрастных лещей. Отмечен их хороший рост. Даже при неполном вылове выращенных рыб в 1968 г. на оз. Титово, не имевшем прежде рыбохозяйственного значения, добыто 272 ц, а осенью 1970 г. — 308 ц рыбы, что далеко не исчерпывает возможностей этого высококормного озера.

Проводились опытные работы по борьбе с заморами с использованием аэраторов Решетникова, автомобильного компрессора, водяных электронасосов, ледоруба Пшеничникова, дождевальной установки и зачернения льда. Эти работы позволили провести зимовку карпа и пеляди без заморов.

Для улучшения условий жизни ондатры на оз. Кротовая Ляга (450 га) построено 66 стационарных искусственных гнездилищ; разработаны конструкции плавающих гнездилищ и кормушек, проложено 2 тыс. м каналов, закреплено по кромке 12 520 м² подвижных сплавин, посажено 500 черенков ивы и др. Методом плуговых борозд и истребительных точек длительного действия уничтожено 10 тыс. мелких зверьков — носителей инфекционных болезней, что оздоровило этот водоем. Эти мероприятия позволили удержать численность ондатры на максимальном уровне, хотя во всей округе в эти годы она снизилась более чем в 30 раз.

Восемь типов искусственных гнезд, борьба с хищниками, охрана и другие мероприятия существенно повысили (примерно в 10 раз) численность водоплавающей дичи. На участке стали гнездиться гуси, появились лебеди и др.

Проведены опыты силосования, сушки и использования в сыром виде обильной в озерах трехдольной ряски. Ее запасы доходят до 110 т/га. В теплое время она размножается каждые 10 дней и может дать 5—6 урожаев в сезон, т. е. свыше 250 т/га. Ряска по питательности близка к зеленой массе кукурузы (13,4 кормовых единиц в 100 кг). Следует отметить, что урожай кукурузы в Сибири в среднем составляет около 100 ц/га, т. е. в 25 раз уступает ряске.

Значительное внимание уделялось механизации биотехнических работ; построена машина для добычи ряски и др.

Описываемым экспериментом установлено, что даже в экстремальных условиях минимальной обводненности бедные, небольшие озера путем проведения биотехнических работ могут быть преобразованы в оздоровленные и богатые угодья и служить источником добычи не только рыбы, зверей и дичи, но и новых видов продукции — растительных и животных кормов и др.

Полученные результаты — первые шаги. Подводя итоги многолетним исследованиям (1959—1979 гг.), мы считаем, что при многогранном использовании озер эксплуатация сапропеля, борьба с заморами рыб, преобразование некоторых озер в спускные нагульные водоемы, выращивание ценных видов рыб, использование мелководья для утководства, добыча и специальное выращивание на водных фермах растительных (ряска и др.) и животных (мормыш и др.) кормов, вовлечение в эксплуатацию непромысловых видов рыб (озерный гольян), заготовка водных лекарственных растений, устройство искусственных гнезд, борьба с эпизоотиями и другие меры по интенсификации ондатроводства и дичеразведения, использование озерных вод для полива полей, огородов и лесных питомников, сельскохозяйственное освоение окружающих озера займищ, улучшение солонцов путем кольматажа на них плодородных озерных илов, их товарная продуктивность может быть повышена в десятки раз, что позволит значительно расширить производство продовольственных и других товаров.

Дальнейшие работы комплексной экспедиции Биологического института, которая продолжает изучение озер лесостепи Западной Сибири, свидетельствуют о больших возможностях при комплексном использовании и проведении биотехнических мер значительно повысить товарную продуктивность водоемов.

Первая попытка представить экономические предпосылки комплексного озерного хозяйства дана в статье С. С. Фолитарека, В. Т. Высоцкого [1979]. Расчеты фактической и возможной продуктивности озер выполнены на примере Новосибирской области, где имеется около 3000 озер, занимающих 674 тыс. га. В настоящее время, когда уровень озер достигает периодического минимума, они используются крайне недостаточно и дают особенно мало товарной продукции. Среднегодовой улов рыбы за 1971—1976 гг. по всем заготовителям (Новосибирский рыбпром, Облпотребсоюз, Госпромхозы охотничьего хозяйства) составил 56,8 тыс. ц, или 8,4 кг с 1 га водной площади. В 1971—1976 гг. ежегодные заготовки шкурок ондатры снизились до 30,5 тыс. шт., или 50 шкурок с 1 тыс. га угодий. По данным Новосибирского областного общества охотников и рыболовов, отстрел водоплавающей дичи охотниками в 1975 и 1976 гг. равен соответственно 250 и 216 тыс. шт., или 0,3 головы на 1 га. Заготовка этой дичи не проводится. Озерного рачка гаммаруса, или мормыша, представляющего собой отличный белковый корм, добывают примитивными способами и в небольшом количестве (менее 3 тыс. ц). В 1976—1977 гг. в госпромхозе «Южноозер-

ный» на добычу 1 кг сухого гаммаруса затрачивалось 0,13 человеко-дня. Гаммаруса используют как наживку при любительском лове рыбы и как корм аквариумным рыбам. Гаммарус пользуется спросом за рубежом. Новосибирский зоокомбинат ежегодно отправляет 30—40 т сухого гаммаруса в ФРГ.

Выращивание пекинских уток на естественных озерных кормах, добыча сапропеля и растительных кормов не проводятся. Плохо или совсем не используются и другие возможности озер.

Опытные работы, на которые мы уже ссылались, показали, что экономически оправданными биотехническими работами озерные котловины могут быть превращены в богатые оздоровленные и красивые угодья и служить серьезным источником рыбы, дичи, водоплавающих птиц, шкурок ондатры, а также животных, растительных и витаминно-минеральных кормов и др.

Приведем некоторые расчеты возможной продуктивности озер. В сообщении С. С. Захарова [1979] на XVI пленуме Западно-Сибирского отделения Ихтиологической комиссии МРХ СССР указывалось, что при строительстве рыбопитомников и проведении других коренных мероприятий, которые сейчас развертываются, в перспективе возможно повышение добычи на лучших водоемах до 80 кг рыбы с 1 га и общее повышение рыбопродуктивности 280 тыс. га озерных водоемов, закрепленных за этой организацией, до 120—145 тыс. ц. В дальнейшем с созданием устойчивой сырьевой базы из ценных рыб возможен ежегодный улов 180—200 и до 250—300 тыс. ц. При учете добычи других заготовителей общий улов рыбы в озерах может возрастать.

В. А. Шило указывает, что за последние десятилетия в области в среднем ежегодно заготавливается 121 тыс. шкурок ондатры, или 0,2 шкурки с 1 га. Максимальное количество было добыто в 1961 г.— 419 тыс. шкурок на сумму 295,1 тыс. руб., или 0,6 шкурки с 1 га. Учитывая опыт А. А. Шило [1951], который в Куйбышевском районе при проведении биотехнических мероприятий повысил численность ондатры в 4 раза, данные нашего Карасукского опытного участка, а также сведения Г. К. Корсакова [1969], дающего таблицу возможного увеличения плотности ондатры при мелиорации водоемов, можно утверждать, что увеличение численности ондатры в 2 раза по сравнению с максимальным уровнем, достигнутым без проведения каких-либо мероприятий, т. е. добыча 1,2 ондатры с 1 га, представляется достаточно реальной задачей.

А. И. Михантьев, учитывая результаты биотехнических работ на опытном участке и имеющиеся литературные данные, полагает, что при проведении простейших биотехнических мероприятий, направленных на увеличение выхода птенцов из отложенных яиц и выживаемость утят, можно получить 6 голов водоплавающей дичи с 1 га. В целом по области это составит около 4 млн. шт. на сумму около 5 млн. руб.

Необходимо организовать промышленную добычу гаммаруса, механизировав этот промысел. Уже говорилось, что гаммарус встречается в большом количестве, достигая в некоторых безрыбных во-

доемах до 1,6 т на 1 га. По данным Л. Л. Сипко, площадь озер, на которых можно организовать промышленную добычу гаммаруса, составляет около 5% от всей озерной площади, т. е. 33,7 тыс. га. При добыче с 1 га по 0,5 т гаммаруса в области можно заготовить 16,8 тыс. т этого корма. По данным И. К. Кондратьева [1949], при зимней подкормке гаммарусом кур (50 г в сутки) яйценосность возросла на 31,5%, увеличился вес яйца, повысилась выводимость птенцов. При соблюдении этих норм заготовленным гаммарусом можно будет подкармливать примерно одну треть всего поголовья кур, имеющихся в области. Гаммарус представляет собой хороший корм и для рыб. Видимо, целесообразно отдельные озера превратить в специальные фермы для выращивания этого рачка.

В озерах имеются богатые запасы и других животных и растительных кормов. Они достигают соответственно 3 и 57 т на 1 га [Федюшин и др., 1962]. Эти корма без вреда для рыбоводства могут использоваться для выращивания домашних уток на мелководьях (глубина воды до 40—45 см). При таком способе содержания утки с 20-дневного возраста вывозятся на озера и добывают корм самоклевом. Затраты концентрированных кормов снижаются при этом на 40%. На производство 1 кг мяса расходуется 2,2 кормовых единицы. Если взять площадь озер, доступную для выращивания уток этим способом, равную 5% их общей площади, то при норме 150 уток на 1 га (а это количество не истощает кормовую базу) в области можно выращивать до 4,7 млн. голов и получать не менее 8,5 тыс. т дешевого птичьего мяса.

Разведанные запасы сапропеля в Новосибирской области определяются 26,5 млн. т, а предполагаемые — до 10 млрд. т. При организации промышленной добычи сапропеля он должен использоваться в первую очередь как добавка к корму, обеспечивающая полноценный рацион животных и общее повышение их жизнеспособности. Исходя из рекомендованных норм скармливания сапропеля и имеющегося поголовья коров, овец и птицы, в Новосибирской области следует добывать в год не менее 500 тыс. т. Использование этого количества сапропеля даст, по нашим расчетам, дополнительной продукции животноводства на 29,3 млн. руб. В случае применения сапропеля как удобрения эти цифры соответственно увеличатся.

Детальная разработка экономики и технологии комплексного и интенсивного озерного хозяйства — дело будущего. Здесь мы ограничились кратким обзором лишь некоторых возможных направлений его деятельности. Важно отметить, что традиционные взгляды на озеро как источник преимущественно рыбы могут быть поколеблены. В продукции озер, по нашим расчетам, рыба будет составлять менее половины продукции. Вторую половину дадут дичь, пушнина, удобрения, растительные и животные корма и др. Наиболее существенно положение о том, что при отходе от пассивно-потребительского отношения к природным ресурсам и организации интенсивного хозяйства с широким использованием системы биотехнических мер, направленных на расширенное воспроизводство, товарная про-

дуктивность озер лесостепи Западной Сибири может быть увеличена в десятки раз.

Ставится задача перехода от ведомственного использования внутренних водоемов к созданию высокопродуктивных, управляемых, комплексных озерных хозяйств нового типа, в том числе использование и бесчисленного количества мелких и средних озер. Это проблема, объединяющая интересы рыбного, водного, охотничьего, сельского и других отраслей хозяйства, вполне назрела.

Комплексное хозяйство устраняет многие противоречия, издавна отмечавшиеся между рыбной промышленностью и другими отраслями. Так, исстари водная растительность считалась помехой для рыбного хозяйства. Л. И. Березовский [1927], указывая, что заросли камыша, тростника и рогоза дают в среднем 83,3 т, а подводные луга из рдеста и урути — 45 т сырого вещества на 1 га и что, следовательно, на оз. Чаны, где эти заросли занимают не менее 35 тыс. га, имеется 2 149 500 т сырой растительности, отмечает, что она «не только не полезна, но весьма вредна для рыбного хозяйства» (с. 27) и рекомендует «как единственную меру, систематическое выжигание тростниковых зарослей на озерах» (с. 52). И в настоящее время истребление тростника, камыша и рогоза входит в планы рыбопромышленных организаций [Мухачев, 1979].

С акклиматизацией ондатры, которая питается водной растительностью, открылась возможность контролировать запасы растительности и одновременно с одного водоема получать и рыбу, и ценные шкурки. Естественно, отпадает надобность выжигания тростников, которое губит множество водоплавающей птицы и одновременно бесполезно для борьбы с тростником. Сырые тростники не горят, а выжигание сухих, отмерших тростников только удобряет эти заросли и способствует их росту.

Следует, однако, отметить, что появление на водоемах ондатры вызвало новые противоречия. Путаясь в ставных сетях, ондатры их прогрызают, чем и вызывают недовольство рыбаков, уничтожающих этих ценных пушных зверей как вредителей. В настоящее время в связи с развитием механизированных способов лова и электролова эти противоречия снимаются. По данным С. С. Захарова [1979], механизированный вылов в Новосибирской области составляет уже 97 %.

Добыча сапропеля также согласуется с интересами рыбного хозяйства. Она приведет к углублению и «омоложению» тех озер, в которых залежи сапропеля подходят близко к поверхности воды. Важна и возможность использования сапропеля как корма для рыб. Примеры гармоничного сочетания интересов разных отраслей можно было бы продолжать.

Важно обеспечить благоприятные перспективы озерного хозяйва не только на ближайший период, когда ожидается естественное улучшение водного режима, но и на отдаленный период.

Комплексное интенсивное хозяйство на многочисленных озерах будет соответствовать неповторимым природным особенностям юга Западной Сибири. Оно обеспечит наиболее эффективное и полное

использование средств, ускорит окупаемость затрат, позволит более рационально использовать дефицитную рабочую силу, обеспечит круглогодичную занятость персонала и повышение производительности труда на освоении природных ресурсов «великой озерной страны».

Эти работы послужат претворением в жизнь известных постановлений партии и правительства о подъеме сельского хозяйства, о развитии рыбоводства на внутренних водоемах, об охране и рациональном использовании природных ресурсов.

В 1978 г. посевные площади сельскохозяйственных культур составили в Новосибирской области 3749,6 тыс. га[1]. Если исходить из умеренного расчета, что 1 га озер при комплексном интенсивном использовании даст товарной продукции только в 5 раз больше, чем 1 га сельскохозяйственных земель, то использование 674 тыс. га новосибирских озер может быть эквивалентно удвоению ее посевных площадей. Соответственно на юге Обь-Иртышского междуречья, где имеется 3,1 млн. га озер, их использование будет эквивалентно росту сельскохозяйственных угодий на 15 млн. га. Следовательно, население Сибири может кормить не только суша, но в равной мере и озера.

Таким образом, озерная проблема представляет собой не частную форму возможной помощи сельскому, рыбному и охотничьему хозяйству, а имеет более широкое значение. Задача комплексного освоения озерного фонда юга Западной Сибири может быть названа проблемой «голубой целины».

Учитывая, что в условиях быстрого оскудения лесостепи разработка актуальной стратегии охраны природы и рационального использования и расширения природных ресурсов отвечает актуальным нуждам науки и практики, прежде всего следует продолжить и расширить исследовательские и опытные работы по озерной тематике.

Для проведения дальнейших исследовательских и опытно-производственных работ по озерной проблеме, видимо, целесообразно создать научно-производственное межведомственное объединение нового типа, которое объединит силы и средства рыбного, сельского и охотничьего хозяйств и будет стремиться к гармоническому сочетанию их интересов и одновременно к обогащению и оздоровлению озерных котловин.

В настоящей статье почти не приводится данных по соленым и горько-соленым озерам. В Барабе 50% водной площади занимают пресные озера, а 48% площади — слабосоленые. Соленые и горько-соленые озера, вода которых не пригодна для водопоя, а плесы лишены растительности, встречаются здесь редко. Эти озера, нередко обладающие минеральным сырьем и целебными веществами, заслуживают и внимание биологов. Еще первые исследователи омских соленых озер [Л. С. Берг и др., Берг, Игнатов, 1901] отметили, что они кишат различными организмами. Птицы, черви, рачки населя-

[1] Советская Сибирь, 1979, № 24.

ют их в огромном количестве. Здесь буквально бушует жизнь, создавая резкий контраст с унылым бесплодием окружающей местности. Указывая, что в сильносоленых озерах, лишенных рыбы, имеется обильный планктон, состоящий из рачков диаптомусов и артемии, накапливающих большой запас жира, П. Л. Пирожников предлагал наладить вылов, исследование и использование этого живого корма. Эта задача в настоящее время отчасти осуществляется работами Т. Л. Студеникиной, сообщившей на пленуме по товарному рыбоводству в г. Бийске (июнь 1979 г.) об использовании яиц Artemia salina в качестве источников живого стартового корма для молоди сиговых и карповых рыб. Эти работы открывают еще одну возможность в широкой проблеме комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер юга Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

Берг Л. С., Елпатьевский В. С., Игнатов П. Г. О соленых озерах Омского уезда.— Изв. Рус. географ. о-ва, 1899, т. 35, вып. 2, с. 179—200.

Берг Л. С., Игнатов П. Г. Соленые озера Селенты — Денгиз, Теке и Кызыл-Как Омского уезда.— Зап. Зап.-Сиб. отд. РГО, 1901, т. 28, с. 3—92.

Березовский А. И. Рыбное хозяйство на Барабинских озерах и пути его развития. Красноярск, 1927, с. 67.

Захаров С. С. Методы повышения рыбопродуктивности озер Новосибирской области.— В кн.: Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 35—42.

Зыбин А. С. Биология рачка бокоплава (Gammarus [Rivulogammarus] lacustrisg Sars) в озерах лесостепной зоны Западной Сибири.— Тр. Ом. сельскохоз. ин-та им. С. М. Кирова, 1958, т. 22, вып. 3. 46 с.

Иоганзен Б. Г. Колебания уровня равнинных озер Западной Сибири как причина многолетних изменений состава и численности их рыбного населения.— В кн.: Вторая науч. конф. Том. ун-та: Тез. докл. Томск, 1951, с. 118—122.

Кондратьев И. К. Дополнительный белковый корм для домашних птиц.— Колхоз. производство, 1949, № 4, с. 41—42.

Корсаков Г. К. Влияние усыхания озер на качество водных охотничьих угодий в лесостепи Западной Сибири и Северного Казахстана.— В кн.: Вопросы экологии промысловых животных. М.: Лесн. пром-сть, 1969.

Лузанская Д. И., Савина Н. О. Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР. М. Л., 1956. 514 с.

Мухачев И. С. Биологические основы и методы ведения озерного товарного рыбоводства в Сибири.— В кн.: Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 24—34.

Пападиади А. Д. Барабинская низменность. М., 1953. 232 с.

Пирожников П. Л. Исследование и использование водоемов Сибири. М., 1932. 173 с.

Поползин А. Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск, 1967. 250 с.

Рихтер Г. Д. Озера Западно-Сибирской низменности.— Природа, 1957, № 9, с. 95—98.

Россолимо Л. Л. Теоретические основы освоения озерных ресурсов.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М.: Наука, 1967, с. 5—13.

Федюшин А. В. Продуктивность барабинских озер и вопросы птицеводства в Западной Сибири. Омск, 1939, с. 52—54.

Федюшин А. В., Зыбин А. С., Фисинин В. И. и др. Кормовые ресурсы озерного фонда Тюкалинского совхоза Омской области и перспективы их с.-х. использования.— Тр. Ом. с.-х. ин-та, 1962, т. 63, с. 65—76.

Федюшин А. В., Москачева Е. А. Барабинские озера как база для развития сибирского птицеводства.— Тр. Ом. с.-х. ин-та, 1939, т. 17, с. 161—226.
Фисинин В. И. Кормовые ресурсы мелководных озер лесостепной части Западной Сибири и пути их рационального использования в производстве: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1965. 26 с.
Фолитарек С. С. Некоторые вопросы охраны и преобразования природы.— В кн.: Охрана и преобразование природы лесостепи Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1976, с. 3—70.
Фолитарек С. С. Теоретические основы биотехники и обзор работ Карасукской биотехнической станции.— В кн.: Биотехния. Теоретические основы и практические работы в Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с. 8—80.
Фолитарек С. С., Вострякова Н. В., Понько В. А. Гидрологическая изученность озер Западной Сибири и пути повышения их хозяйственного использования.— В кн.: Состояние и перспективы изучения водных ресурсов Западной Сибири. М., 1976, с. 46—57. (Тр. Зап.-Сиб. регион. науч.-исслед. гидрометеорол. ин-та. Вып. 26).
Фолитарек С. С., Высоцкий В. Т. Экономические предпосылки комплексного и интенсивного использования озер лесостепной зоны Западной Сибири.— В кн.: Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 46—53.
Формозов А. Н. Озерная лесостепь и степь Западной Сибири как области массового обитания водяных птиц.— Бюл. МОИП. Отд. биол., 1934, т. 43, вып. 2, с. 256—286.
Шило А. А. Опыт биотехнии в озерах Барабинской лесостепи. М., 1951. 35 с.
Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л., 1969. 245 с.

УДК 639.312

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ПРУДОВ СИБИРИ

З. А. ИВАНОВА

Первые попытки интродукции карпа (Cyprinus carpio L.) в водоемы Сибири и организации рыбоводства были предприняты в 30-е годы [Пирожников, 1929; Березовский, 1927; Иогансен, 1935; и др.].

В 1932 г. была экспериментально доказана [Иогансен, 1940] возможность выращивания в прудах Алтайского края, Новосибирской, Кемеровской и Томской областей товарного карпа на естественных кормах.

Развитие интенсивного прудового рыбоводства начато в 60-х годах. В 1957 г. в этой зоне был лишь один заселенный карпом пруд площадью 3 га (колхоз им. К. Маркса Алейского района Алтайского края). Карп в нем сохранился с момента проведения первых экспериментов по его выращиванию. К 1979 г. созданы рыбоводные фермы в колхозах и совхозах и четыре специализированных рыбоводных совхоза. На базе созданных хозяйств в Алтайском крае организовано рыбоводное объединение.

За последнее десятилетие произошли качественные изменения в развитии прудового рыбоводства. Первые карповые рыбоводные

фермы имели питомники площадью не более 40 га с производственной мощностью 1,0—1,8 млн. сеголетков, а нагульные площади — от 60 до 240 га.

В настоящее время созданы более крупные карповые рыбоводные комплексы с питомной площадью 180—200 га, с выходом 5—8 млн. годовика ежегодно (совхозы «Рыбный» Алтайского края, «Скарюпинский» Кемеровской области). Комплексы такой же мощности строятся в совхозах «Сибирь» Новосибирской области, «Власть труда» Алтайского края и других хозяйствах зоны.

Омским сельскохозяйственным институтом разработана технология выращивания карпа с использованием геотермальных теплых вод. На этих водах создано экспериментальное карповое полносистемное хозяйство.

В совхозе «Урожайный» Алтайского края строится крупный комплекс по производству форели, рассчитанный на 1,5 тыс. т товарной рыбы в год. Сданы в эксплуатацию инкубационный цех и выростные пруды.

В совхозе создается местное маточное стадо форели. По данным бонитировки 1978 г., в стаде насчитывалось 2700 экз. самок, 1800 экз. самцов и 1550 экз. старшего ремонта.

В 1978 г. в совхозе инкубировали 3 млн. шт. икры форели. Получено 1,5 млн. экз. личинок. Выращено сеголетков 3000 тыс. экз., годовика — 350 тыс. экз.

Совхоз имеет возможность ежегодно реализовать 1,5—2 млн. шт. икры форели на стадии глазка и 200—300 тыс. экз. сеголетка.

В 1978 г. сельскохозяйственными предприятиями Алтайского края, Новосибирской, Кемеровской и Омской областей получено 11,6 тыс. ц товарного карпа и 895 млн. экз. рыбопосадочного материала.

Следует отметить, что выход рыбопродукции как с выростных, так и особенно нагульных карповых прудов в отдельных хозяйствах зоны сильно колеблется. Колебания по выростным прудам составляют от 5,8 до 19,6, по нагульным — от 0,6 до 19,33 ц/га. Выход рыбопродукции зависит от уровня интенсификации, применяемой при выращивании карпа.

В связи с постоянным недостатком рыбопосадочного материала некоторые хозяйства выращивают товарную рыбу при малых плотностях посадки на естественных кормах. Выход рыбопродукции составляет при этом от 0,6 до 2,5 ц/га, а с применением удобрений — 3,2—4 ц/га. Максимальная рыбопродуктивность достигается при применении комплекса методов ее повышения — удобрение прудов, использование полноценных кормов, создание пород, породных групп и стад карпа, хорошо приспособленных к местным условиям с высокой оплатой комбикорма, состоящего в основном из компонентов растительного происхождения, внедрение поликультуры и научно обоснованной организации и оплаты труда.

Внесение минеральных удобрений способствует созданию биологического равновесия по основным биогенным элементам (азот, фосфор, кальций и др.) в экологической системе мелководных водоемов

при интенсивном рыбоводстве. Максимальный эффект достигается при многократном внесении азотных, фосфорных удобрений одновременно с известью. При этом внесение извести рассматривается не как средство мелиорации водоемов, а как метод обеспечения оптимума кальция в среде обитания рыбы.

Исследованиями многих авторов [Богоявленская, Шаханова, 1958; Кирпичников, 1961; Рудаков, 1961; Карзинкин, 1968; и др.] установлено, что оптимум по кальцию в рыбоводных прудах лежит в пределах 60—100 мг/л.

В местном регионе резкий недостаток кальция (14—24 мг/л) при выращивании рыбы при плотности посадки не менее 40 тыс. экз./га сеголетков в 3—4 тыс. экз./га годовиков наблюдается в конце июля — начале августа. В этот период интенсивность фотосинтеза водорослей под слоем воды 1 м — до 36,9 кал/м^3 в сутки. Отмечаются резкие колебания количества растворенного в воде кислорода при максимуме до 28 мг/л и минимуме менее 1 мг/л. В этот период нередко возникают летние заморы рыбы.

При комплексном многократном внесении минеральных веществ (при расчетных концентрациях суммы солей азота 2 мг/л, фосфора 0,5—1 мг/л, кальция 80—100 мг/л) удается создать в рыбоводных прудах благоприятный кислородный режим и снизить затраты комбикормов.

Г. И. Шпет [1973] и др. выявили зависимость потребления карпом имеющегося в прудах корма от кислородного режима. Полное потребление корма наблюдается при содержании растворенного в воде кислорода 4,0 мг/л и более. В интервале насыщения воды кислородом от 0,5 до 1,7 мг/л потребляется только 25% имеющихся кормов.

При комплексном удобрении прудов (табл. 1) возрастает продолжительность периода с полным потреблением корма карпом. В трех вариантах опыта, проведенного нами в 1976—1978 гг. на прудах разных классов, период с полным потреблением рыбой корма в неудобряемых прудах длится от 38,5 до 46,4% времени наблюдений, а в удобренных — от 77,8 до 90,3%. Период же со способностью карпа использовать только четвертую часть имеющегося корма в неудобряемых прудах колебался от 17,3 до 28,8, а в удобренных не превышал 1,4%.

Улучшение потребления и использования кормов снижает их затраты при повышенном выходе рыбопродукции (табл. 2).

Условный кормовой коэффициент по отдельным вариантам снизился соответственно на 2,03; 2,97 и 5,13 при одновременном повышении выхода рыбопродукции на 0,1; 1,1 и 3,1 ц с каждого гектара пруда. Значительно улучшаются рыбоводные показатели по низкопродуктивным прудам, что можно объяснить резким увеличением биомассы кормовых организмов в удобряемых прудах (биомасса сырого планктона в среднем за сезон возрастает с 4,41 до 23,8 г/м^3).

Улучшение качественного состава комбикормов для сеголетков основано на экологических особенностях жирового обмена у рыб в

ТАБЛИЦА 1. Зависимость продолжительности периодов с различным уровнем потребления корма сеголетками карпа от метода интенсификации

Потребление корма, %	Интервалы по минимальному содержанию кислорода (СМК), мг/л	Метод интенсификации	Продолжительность периода по интервалам СМК в вариантах опыта					
			I		II		III	
			дней	%	дней	%	дней	%
100	4,1 и выше	*	20	38,5	21	40,4	26	46,4
		+	65	90,3	60	83,3	56	77,8
50	1,8—4,0	*	17	32,7	22	42,3	30	53,6
		+	7	9,7	11	15,3	16	22,2
25	0,5—1,7	*	15	28,8	9	17,3	—	—
		+	—	—	1	1,4	—	—

Примечание. * — кормление рыбы; + —комплексное удобрение прудов и кормление рыбы.

ТАБЛИЦА 2. Рыбопродуктивность и условный кормовой коэффициент при разных методах интенсификации

Метод интенсификации	Вариант опыта	Выход рыбопродукции, ц/га	Условный кормовой коэффициент
Кормление рыбы	I	11,5	5,67
	II	9,4	5,73
	III	6,3	8,59
Кормление рыбы и удобрение прудов	I	11,6	3,64
	II	10,5	2,76
	III	9,4	3,46

ТАБЛИЦА 3. Среднесуточный прирост веса и основных составляющих компонентов сеголетков карпа при интенсивном выращивании (в мг)

Период наблюдений	Число дней	Среднесуточный прирост веса	Компоненты			Соотношение белок/жир
			жир	белок	зола	
2—13 июля	12	205,1	1,07	14,99	2,81	14,0
14—29 июля	16	674	13,48	85,06	10,51	6,3
30 июля — 6 августа	8	362	12,16	48,77	5,97	4,0
7—20 августа	13	253	11,52	37,95	5,01	3,8
21—29 августа	8	275	12,10	44,08	5,66	3,6

условиях сокращенного вегетационного перида. Активное накопление жира в теле сеголетков в местных условиях начинается уже в июле — августе (табл. 3), с момента, когда возникают заметные различия в дневных и ночных температурах воды прудов. В европей-

ТАБЛИЦА 4. Рыбопродукция при кормлении сеголетков карпа комбикормами разного состава (совхоз «Павлозаводской» Алтайского края)

Показатель продуктивности	Вариант рецептуры комбикормов	Год		
		1974	1975	1976
Выход рыбы, ц/га	Рецепт 110-1	6,6—6,9	5,8—6,1	
	Рецепт 110-1 + 10% фосфатидов	10,0—10,8	8,3—9,4	10,2—15,7*
Повышение выхода рыбы по сравнению с контролем	ц —	3,4—4,2	2,2—3,3	—
	% —	151,5—163,6	135,2—162,0	—

* В 1976 г. использовали обогащенный гранулированный комбикорм.

ской части нашей страны [Бризинова, 1958; Мухина, 1958; Поляков, 1958; и др.] активный процесс накопления жира у этой возрастной группы карпа сдвинут на конец августа — сентябрь.

Изменение экологических условий ведет к перестройке обмена веществ в организме сеголетков карпа. Подобное явление отмечалось [Шульман, 1972; и др.] для многих видов рыб.

Обогащение комбикормов для сеголетков карпа существующей рецептуры энергетических материалов (10% фосфатов к составу основного рациона) и увеличение энергопротеинового отношения дают возможность значительно улучшить рыбоводные показатели.

Затраты корма снижаются на 24,5% за счет более интенсивного использования белка корма на прирост при одновременном повышении выхода рыбопродукции с каждого гектара (табл. 4).

При проведении этих исследований удобрений не применяли.

В контрольных прудах выход рыбы с каждого гектара колебался от 5,8 до 6,9 ц, в опытных —от 8,3 до 15,7 ц. Увеличение составило в среднем 3,27 ц/га при кормлении негранулированными кормами. Гранулирование обогащенных кормов дает возможность повысить продуктивность в среднем на 1,83 ц/га (19%) по сравнению с вариантами, в которых комбикорм скармливали в виде тестовидной массы. При повышении уровня энергии в комбикормах улучшается качество рыбопосадочного материала. Увеличивается скорость роста

ТАБЛИЦА 5. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в теле сеголетков карпа при различном энергопротеиновом отношении комбикорма

Энергопротеиновое отношение комбикорма	Содержание ненасыщенных жирных кислот, %			
	$M \pm m$	σ	cv	td
228	57,33±0,25	0,56	0,97	2,56
198	54,90±0,61	1,22	2,22	

рыб, повышается накопление в их теле жира на 31% и белка на 10%. Возрастает относительное содержание в теле сеголетков полиненасыщенных жирных кислот (табл. 5) с 54,9% в контроле до 57,33% в опыте, что, как показали исследования В. И. Ананьева [1973], обеспечивает их повышенную жизнеспособность в период длительного зимнего голодания. Разработка рецептуры комбикормов для карпа должна вестись с учетом экологических особенностей.

В племенной работе с карпом при отсутствии в Сибири специализированных племенных хозяйств выполнен лишь первый этап улучшения родительских стад на рыбопитомниках. В совхозе «Зеркальный» Новосибирской области разработана методика оценки производителей карпа по морфологическим признакам с дополнением ее данными по плодовитости у самок [Коровин, 1976].

Массовая селекция по ряду признаков с подбором групп для нереста позволила выделить элитную группу местных карпов с плодовитостью (Ф. П.) $116{,}0 \pm 2{,}12$ тыс. личинок, у особей первого класса Ф. П. составляет $50{,}3 \pm 3{,}75$.

Селекционные дифференциалы по весу у особей второго и третьего поколения составляли 1,23 кг у пятигодовиков, 0,62 кг у четырехгодовиков, 0,56 кг у трехгодовиков и 0,01 кг у годовиков ($B > 0{,}999$).

Сформировано высокопродуктивное стадо алтайского карпа в совхозе «Зеркальный» Алтайского края.

Маточное стадо IV поколения, улучшенного селекцией карпа, насчитывало в 1980 г. 698 экз. половозрелых рыб и 7500 экз. двухгодового ремонта.

Впервые экологические и морфологические особенности алтайского карпа были изучены в 1958 г. [Иванова, 1962]. Формирование стада и разработка технологии выращивания рыб разных возрастных групп начаты с 1964 г.

Селекция по ряду хозяйственно-ценных признаков позволила улучшить продуктивность производителей (табл. 6). Фактическая плодовитость самки повышена с 49,9 до 100 тыс. экз. личинок. Выход товарной продукции в пересчете на одно гнездо рыб увеличился до 261 ц.

ТАБЛИЦА 6. Продукция от гнезда производителей алтайского карпа (совхоз «Зеркальный» Алтайского края)

Показатель	Исходное стадо	Улучшенное стадо, в среднем по хозяйству	
	1964 г.	1975 г.	1977 г.
Личинок, тыс. экз.	49,9	71,3	100,0
Сеголетков, тыс. экз.	30,0	44,2	65,0
Годовиков, тыс. экз.	27,0	42,0	64,0
Товарных двухлетков, тыс. экз.	21,6	37,8	58,0
Средний вес двухлетков, г	380,0	400,0	450,0
Товарная продукция, ц	82,1	151,2	261

ТАБЛИЦА 7. Рыбоводные показатели при выращивании сеголетков от селекционируемых производителей карпа

Пок	Год		
	1973	1975	1977
Плотность посадки, тыс. экз/га	65	65	65
Средний вес сеголетка, г	22,1	25	28,5
Расход комбикорма на 1 ц сеголетка, ц	3,4	3,4	3,35
Рыбопродуктивность, ц/га	10	10	12

Алтайский карп характеризуется высокой зимостойкостью. Выход сеголетков из зимовки в совхозе «Зеркальный» Алтайского края в 1975 г. составил 95%, в 1977 г.— 99, а в 1978 г.— 98%.

Высокая скорость роста потомства селекционируемого карпа на первом году жизни обеспечивает получение посадочного материала высокого качества (табл. 7).

При плотности посадки 7—10-дневных личинок в выростные пруды, равной 65 тыс. экз./га, и кормовом коэффициенте от 3,35 до 3,4 средний вес сеголетка колеблется от 22,1 до 28,5 г, а рыбопродуктивность выростных прудов составляет 10—12 ц/га. Выращивание рыбы ведется с применением комплекса минеральных удобрений прудов и кормления рыбы комбикормами.

Сохраняющаяся на втором году жизни высокая скорость роста и выживаемость двухлетка, а также введенный в совхозе прогрессивный метод организации и оплаты труда по хозрасчетным заданиям бригад рабочих обеспечивают высокие экономические показатели при выращивании товарного карпа (табл. 8).

ТАБЛИЦА 8. Экономические показатели при выращивании товарного карпа в совхозе «Зеркальный» Алтайского края

Показатель	Год			
	1973	1975	1977	1979
Колебание рыбопродуктивности по прудам, ц/га	10,8	11—15	12—16	12,5—16,0
Расход годовика на 1 ц товарной рыбы, экз.	274	270	257	250
Себестоимость 1 ц рыбы, руб.	64,5	70,0	69,8	68,0
Затраты корма на 1 ц рыбы, ц	3,70	4,80	4,33	3,7
Затраты труда на 1 ц продукции, человеко-час	7,5	7,5	7,5	6,7
Прибыль в пересчете на 1 га пруда, руб.	—	451,0	454,4	459,6
Площадь нагульных прудов, га	65	90	120	140

ТАБЛИЦА 9. Характеристика производителей класса элита в нерестовую кампанию 1975 г.

Показатель	Самка		Самец	
	возраст, годы		возраст, годы	
	6	7	6	7
Общий вес рыбы, кг	4	5,5	3,8	5,5
Упитанность, $\frac{Q \cdot 100}{l^3}$	3,02	3,12	2,86	3,1
Индекс обхвата, $\frac{v \cdot 100}{l}$	88,2	82,1	82,3	82,1
Индекс широкоспинности, $\frac{B \cdot 110}{l}$	25,5	25,0	19,6	20,1
Индекс высокоспинности, l/H	3,5	3,5	3,6	3,7

На 1 ц товарной рыбы расходуется от 257 до 274 экз. годовика, от 3,7 до 4,8 комбикорма, а затраты труда составляют 7,5 человеко-часов. Себестоимость 1 ц товарной рыбы не превышает 70,0 руб. С каждого гектара нагульной прудовой площади совхоз получает от 451 до 454,4 руб. прибыли.

В 1978 г. селекционируемое стадо алтайского карпа в совхозе «Зеркальный» насчитывало 173 полных гнезд производителей и 1080 экз. рыб старшего ремонта.

По весу самки и самцы класса элита различаются мало (табл. 9). У шестигодовалых рыб эти различия в нерестовую кампанию 1975 г. составляли 0,2 кг, семигодовики имели средний вес 5,5 кг. Индекс обхвата у самок колеблется от 82,1 до 88,2, у самцов не превышал 82,3. Индекс широкоспинности соответственно полу был 25,0—25,5 и 19,6—20,1, а индекс высокоспинности в среднем 3,5 и 3,65. Потомство этих рыб (табл. 10) в возрасте три года (бонитировка в мае 1978 г) уклоняется в сторону увеличения обхвата тела и высокоспинности, признаков, положительно коррелирующих с плодовитостью.

Алтайский карп в настоящее время распространен во всех рыбопитомниках колхозов и совхозов Алтайского края. Ближайшими за-

ТАБЛИЦА 10. Характеристика ремонтного молодняка алтайского карпа в возрасте три года, май 1978 г.

Показатель	Самка		Самец	
	средний	максимальный	средний	максимальный
Общий вес рыбы, кг	1,25	1,80	1,15	1,70
Индекс обхвата	94,71	103,0	93,33	103
Индекс высокоспинности	2,48	2,95	2,47	2,95

дачами в селекционно-племенной работе с этими стадами являются увеличение численности основного селекционируемого стада с дальнейшим повышением плодовитости и снижением затрат комбикормов при выращивании товарной рыбы.

С целью более полного использования естественных кормовых ресурсов и расширения ассортимента рыбной продукции в нагульных карповых прудах выращивают сиговых (пелядь, омуль), что позволяет получать дополнительно рыбы от 62 до 112 кг/га.

Внедрение комплекса указанных методов интенсивности позволяет передовым хозяйствам Западной Сибири вести рентабельно рыбоводное хозяйство.

ЛИТЕРАТУРА

Ананьев В. И. О наличии взаимосвязи между содержанием полиненасыщенных жирных кислот в резервном жире сеголетков карпа и выживаемостью их в период зимовки.— В кн.: Прудовое рыбоводство Сибири. Новосибирск, 1973.

Березовский А. И. Рыбное хозяйство Сибири и пути его рационализации.— Тр. Перв. Сиб. краев. науч.-исслед. съезда, 1927.

Бризинова П. Н. Изменение жирности в онтогенезе карпа.— В кн.: Тр. Совещ. по физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1958, вып. 8.

Богоявленская М., Шеханова И. А. Применение P^{32} и Ca^{45} при изучении некоторых сторон фосфорного и кальциевого обмена у молоди карповых и осетровых рыб.— В кн.: Тр. Всесоюз. науч.-техн. конф. по применению радиоактивн. и стабильн. изотопов в нар. хоз-ве и науке. М.: Изд-во АН СССР, 1958.

Иванова З. А. Песпективы развития рыбоводства в Алтайском крае.— В кн.: Докл. Совещ. по биологическим основам прудового рыбоводства. М.: Изд-во АН СССР, 1962.

Иогансен Б. Г. Краткий обзор научно-исследовательских работ Западно-Сибирского отделения ВНИОРХ за 1931—1935 гг.— Тр. ЗСО ВНИОРХ, 1935, т. 2.

Иогансен Б. Г. Рост карпа в Западной Сибири.— Информ. бюл. ВНИОРХ, 1940.

Карзинкин Г. С. Некоторые вопросы физиологии питания и обмена веществ у рыб.— Бюл. науч.-техн. инф. Моск. рыбовод.-мелиоратив. опыт. станции, 1968, № 2.

Кирпичников В. С. Рост и выживаемость карпов, помеченных радиоактивным кальцием, и влияние мечения на наследственность. Тр. ГосНИОРХ, 1961, т. 51.

Коровин В. А. Племенная работа в промышленных карповых хозяйствах Сибири. Новосибирск: Сиб. науч.-исслед. и проектно-технол. ин-т животноводства, 1976.

Мухина Р. И. Качество сеголетков карпа, выращенных в удобренных прудах с применением кормления.— Тр. ВНИИПРХ, 1958, т. 4.

Пирожников П. Л. Опыт акклиматизации карпа и леща в Барабинских озерах.— Бюл. рыб. хоз-ва, 1929, т. 1.

Поляков Г. Д. Истощение как одна из причин гибели сеголетков карпа во время зимовки.— В кн.: Тр. совещ. по физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1958, вып. 8.

Рудаков П. П. Особенности поведения Ca^{45}, Sr^{90}, Ce^{144}, C^{137} в организме рыб и методы радиомаркировки молоди рыб.— Изв. ГосНИОРХ, 1961, т. 51.

Шпет Г. И. Выращивание стандартных сеголетков и двухлетков карпа в условиях холодного лета и сокращенного вегетационного периода.— В кн.: Прудовое рыбоводство Сибири. Новосибирск, 1973.

Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972.

УДК 639.371.12.001.4

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В СОЛЕНЫХ ОЗЕРАХ НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Г. П. СИГИНЕВИЧ, Н. С. РОМАНОВ

Идея зарыбления соленых озер Красноярского края нелова. Так, в 1962 г. в оз. Беле был посажен разновозрастной аральский лещ в количестве 1422 шт. Затем посадки повторились: в 1964 г. в водоем было выпущено 1 тыс. и в 1965 г. 2,4 тыс. шт. разновозрастного леща, перевезенного из оз. Убинского. Эта рыба прижилась, но дает немногочисленное потомство в связи с ограниченным количеством нерестилищ с пресной водой. В 1962 г. была сделана попытка вселить в озеро балтийскую салаку, но опыт не дал результатов [Сигиневич и др., 1976].

До 70-х годов идея повышения продуктивности водоемов осуществлялась за счет акклиматизационных работ, которые не дали экономического эффекта.

Необходимо было в корне пересматривать основу мероприятий по повышению рыбопродуктивности озер. Нам она виделась только в рыбоводных мероприятиях без надежды на естественное воспроизводство вселенцев, что позволяло увеличить число видов рыб, пригодных к вселению, и регулировать их численность в водоеме, исходя из состояния кормовой базы. Такой подход к проблеме открывал путь к управляемому, оптимальному получению рыбопродукции высокого качества. Осуществлению этих мероприятий способствовал возросший технический уровень рыбной промышленности.

Научно-исследовательские работы по подбору новых видов вселенцев для соленых озер начаты в 1972 г. на оз. Беле. Тогда впервые была установлена возможность выращивания пеляди в сульфатно-натриевой воде соленостью 10 г/л. В 1974 г. на этом же водоеме опытным путем была доказана возможность однолетнего товарного выращивания балтийского лосося. В дальнейшем в 1977 г. были проведены опытные работы по определению возможности выращивания кеты и горбуши в водоемах с соленостью от 10 до 20 г/л. С целью получения более достоверных данных исследования осуществлялись на малых озерах, площадью от 150 до 300 га, Утином и Ново-Троицком. После получения положительных результатов в 1978 г. было зарыблено оз. Беле мальками кеты и горбуши уже в промышленном масштабе. Параллельно с зарыблением соленого оз. Беле кета и горбуша были вселены в озера Домежак и Балган с целью установления возможности выращивания посадочного материала и товарной рыбы в пресных водоемах.

Такова краткая историческая справка исследований, связанных с разработкой биотехники зарыбления соленых озер края. Дальнейшее изложение полученных результатов научно-исследовательских работ представлено по водоемам.

Оз. Беле расположено на юге Красноярского края, в Хакасской автономной области, в засушливом степном районе. Водоем бессточный, площадь его 7714 га, средняя глубина около 20 м, прозрачность воды 5—6 м.

Уровень воды в озере в 1978 г. понизился по сравнению с 1976 г. примерно на 50 см, температура возросла у дна на 3—4, у поверхности на 1—2°С (табл. 1).

Минеральный состав воды стабилен по годам и включает следующие компоненты:

$$M_{10,9} \frac{SO_4\,31\,(HCO_3\,8Cl8CO_3\,8)}{Na\,33\,Mg\,17\,[Ca\,0{,}3]}$$

при pH 9,4. Количество кислорода на всех глубинах было выше 7 мг/л.

Бихроматная окисляемость в 1978 г. была примерно в 3 раза ниже, чем в 1976 г. (в мг О/л): в июне 56, июле 52 и августе 36.

Несмотря на уменьшение содержания органического вещества в воде в 1978 г., количество его было довольно высоким (3—7 тыс. ккал/м^2) по сравнению с биомассой фитопланктона (6—25 ккал/м^2).

Количество биогенов в воде озера в течение лета было или ничтожно малым, или биогены практически не улавливались при анализе. Содержание азота в органическом веществе было довольно высоким — от 4,4 до 9,3 мг/л, что в сотни раз превышало его содержание в минеральной форме. Органический фосфор не обнаружен.

Состав фитопланктона по сравнению с 1976 г. изменился. Массового развития из 25 достигли только 2 вида, принадлежащие зеленым (Sphaerocystis) и синезеленым (Synechocystis) водорослям. Диатомовые, ранее входившие в состав доминирующих, встречались единично. Численность водорослей была высокой: в июне 57, июле 74 и августе 120 млн. кл/л. Биомасса водорослей была выше, чем в предыдущие годы (мг/л):

	Июнь	Июль	Август
1975 г.	0,3	0,2	0,3
1976 г.	0,7	0,4	0,7
1978 г.	0,4	1,1	0,7

Продукция фитопланктона за лето 1978 г. составила около 420 ккал/м^2 или примерно в 4 раза меньше, чем в прошлом.

В видовом составе зоопланктона изменений не произошло. Биомасса коловраток, так же как и в прошлом, была ничтожно мала, не более 0,002 г/м^3, но несколько изменилась биомасса ракообразных. В 1978 г. примерно в 2 раза уменьшилась биомасса диаптомуса и в 3—4 раза возросла биомасса дафний. Общая продукция в сырой массе увеличилась на 33 г/м^2 за счет дафний:

	1976 г.			1978 г.		
	B, г/м^2	*P*, г/м^2	*P*, ккал/м^2	*B*, г/м^2	*P*, г/м^2	*B*, ккал/м^2
Диаптомус	18,0	165	165	14,7	112	85
Дафния	1,7	19	8	8,7	101	32
Циклоп	0,7	2	1	2,0	6	3
Всего	20,4	186	174	27,4	219	120

ТАБЛИЦА 1. Температура воды в оз. Беле на разных глубинах летом 1978 г. по декадам

Глубина, м	Июнь			Июль			Август			Сентябрь	Октябрь
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	I
0	11,0	14,0	17,5	17,9	20,2	20,7	18,8	19,0	15,5	13,8	9,8
3	10,7	11,9	10,7	16,8	10,1	20,4	18.8	18,6	15,4	13,3	9,6
6	8,8	11,2	14,3	14,2	16,6	21,4	17,0	17,9	15,1	13,2	9,0
9	8,4	9,2	10,9	11,9	12,6	14,0	14,7	15,5	14,4	13,1	9,0
12	7,2	7,7	9,0	9,5	9,2	10,0	9,8	10,5	12,4	12,8	11,0
15	—	5,8	7,6	7,2	7,6	7.3	7,8	6.6	8,1	10,8	9,5
20	4,0	4,4	3,7	5,6	6,0	4,9	4,7	4,6	5,4	5,3	—

Однако продукция, выраженная в энергетических единицах, уменьшилась на 30% (54 ккал/м²). Немалую роль в этом сыграло не только уменьшение продукции диаптомуса, но и его калорийности. Если в 1976 г. в течение лета калорийность диаптомуса держалась в пределах 1 ккал/г, то в 1978 г. в середине лета она упала до 0,5 ккал/г.

Биомасса и продукция бокоплава по сравнению с 1976 г. практически не изменились и составили в среднем за лето около 7 г/м² (7 ккал/м², Р/В = 1). Бокоплав питался зоопланктоном.

В мае 1974 г. с завода «Карли» Латвийской ССР было вывезено 250 шт. пестряток балтийского лосося средним весом 8 г и посажено на подращивание в делевые садки объемом 1 м³ (30—40 шт. на садок). Часть молоди (50 шт.) выпустили на свободный нагул. В течение 20—25 дней почти вся молодь посеребрилась. Отход за это время составил 3,6% и наблюдался в основном среди непосеребрившихся пестряток. В садках с мая по октябрь лосось вырос без подкормки с 8 до 145 г — максимальный вес 260 и минимальный вес 28,5 г. Отход лосося до сентября был незначительным и не превышал 3,6 %. В августе бокоплав отходил от садков на бо́льшие глубины (садки стояли на глубине 5—7 м), поэтому количество корма в садках уменьшалось. В сентябре и октябре бокоплав в садках встречался единично, и лосось голодал. При падении температуры в октябре до 8° резко увеличился его отход (34%), погибал в основном мелкий лосось средним весом 58 г. Вес живых лососей составлял в среднем 145 г. Среди погибших встречались карликовые созревшие самцы и пестрятки. Из лососей, выпущенных на свободный нагул, поймано в октябре 2 экз. весом 300 и 420 г.

В мае 1978 г. в оз. Беле было выпущено 83,5 тыс. шт. мальков горбуши и 118,1 тыс. кеты. Кета при посадке имела среднюю длину 3,7 см и массу 0,38 г. Темп роста кеты был довольно высоким: в начале ноября средняя ее длина составила 25,5 см и масса 355 г.

Наиболее быстро кета росла в августе, когда ее среднесуточный прирост составлял от 5 до 8 г.

Молодь кеты питалась однообразной пищей: в июле — преимущественно крупными дафниями, далее — на 99% бокоплавами. Калорийность бокоплава равнялась примерно 1 ккал/г. Кормовой коэффициент рыб был непостоянным: от 6,1 в мае — июле до 2,4 в августе, в среднем за сезон он составил 3,2.

Естественная смертность кеты на первом году жизни в озере установлена нами по ее гибели в садках, при содержании на естественной пище без подкормки. Смертность молоди кеты в течение лета не превысила 17%, в одном случае (садок на глубине 15 м) выживаемость составила 100%. В связи с тем что хищники в водоеме отсутствуют, максимальную смертность молоди кеты на первом году жизни с мая до середины ноября (ледостав) можно принять равной 17%. Болезни рыб не наблюдалось. Калорийность кеты осенью достигла 1,86 ккал/г.

На втором году жизни (1979 г.) кета к середине октября выросла в среднем до 900 г, т. е. увеличила свою массу по сравнению с осенью прошлого года примерно в 2,5 раза.

Питалась кета только бокоплавом. В течение лета рыба держалась на глубинах свыше 10 м, где температура воды не превышала 18°С. Осенью с понижением температуры рыба поднимается к поверхности. Кета в основном находилась на II стадии зрелости.

Промысел кеты начался в августе 1979 г. В ставники, установленные до глубины 8 м, кета не заходила. Рыбу ловили сетями с ячеей 45—55 мм. Количество сетей в августе — сентябре не превышало 25 шт., в октябре — 70 шт. (длина 35 м). Среднесуточный улов на одну сеть, по предварительным данным, составлял около 10 кг. Всего до середины октября было выловлено 19 850 экз., или 16 800 кг кеты. Из них было добыто рыбаками гослова 16 850 шт., или 14 300 кг, неучтенная статистикой утечка 3000 экз., или 2500 кг. К середине октября промысловый возврат составил 16,8% от числа посаженных рыб. Вылов кеты продолжался.

Горбуша в оз. Беле росла на первом году жизни медленнее кеты: с мая по ноябрь длина ее тела увеличилась с 3,8 до 28,7 см, масса — с 0,4 до 312 г.

Питалась горбуша теми же организмами, что и кета. В течение лета дафния в рационе горбуши составляла около 13%, преобладал бокоплав. В октябре бокоплав в желудках рыб составлял 100%. Кормовой коэффициент за период роста изменился несущественно и составил в среднем 3,2.

В течение мая — июля гибели горбуши в садках не наблюдалось. В августе-сентябре погибла вся молодь. Скорее всего это связано с меньшей приспособленностью горбуши к жизни в садках, чем кеты. Естественную смертность горбуши по выживанию в садках установить не удалось в связи с тем, что она попадалась в сетях до глубокой осени. На втором году жизни горбуша росла быстрее кеты и достигла максимального размера в начале августа: самцы имели массу 1400 г, самки 1000 г.

В первых числах августа созревшая горбуша пошла в ставной невод, расположенный в устье р. Тунм. Ход ее был неравномерным. Большая часть горбуши зашла в пресную воду до середины августа при температуре воды в устье реки 14°С, единично заход ее в ставной невод наблюдался до середины сентября. Вся икра и молоки были на IV стадии зрелости. Признаки лошания горбуши появились в июле, и рыба в течение месяца потеряла свои вкусовые качества.

В течение лета горбуша питалась только бокоплавом. Болезни рыб не наблюдалось. Горбуша, так же как и кета, в течение лета держалась на глубинах более 10 м при температуре воды ниже 18°С.

В период промысла рыбаками выловлено 6000 кг (6000 экз.) горбуши, неучтенная официальной статистикой утечка составила 2000 кг (2300 экз.). Всего было выловлено 8300 экз. горбуши, или 10% от количества, посаженного в водоем.

Низкий по сравнению с кетой промысловый возврат горбуши объясняется ее малой приспособленностью переносить отрицательную (до −0,8°С) температуру воды в зимний период. Это является подтверждением предыдущего опыта на оз. Утином (М = 20 г/л), где горбуша зимой полностью погибла из-за низкой отрицательной (−0,8°С) температуры воды.

При зарыблении солоноватых озер лососями предпочтение необходимо отдать кете из-за ее более высокой выживаемости и более высокого темпа роста на первом году жизни. При зарыблении водоемов кетой возможно применение однолетнего и многолетнего (или того и другого вместе) рыбохозяйственных оборотов.

Известно, что кета питается в основном бокоплавом, продукция которого около 7 г/м², или 70 кг/га. От продукции бокоплава рыбы могут использовать около 50%, без ущерба его воспроизводству [Сигиневич и др., 1976], или 35 кг/га. Кормовой коэффициент сеголетков кеты равен 3,2. Следовательно, съедая 35 кг/га пищи, лосось может дать около 11 кг прироста или со всей площади (7714 га) — около 850 ц. Доля изъятия рыб промыслом зависит от его технической оснащенности.

Для получения 850 ц продукции потребуется иметь в водоеме осенью (октябрь) около 283 тыс. сеголетков средней массой 300 г. В водоем необходимо посадить (при 83%-ной выживаемости к осени) около 350 тыс. мальков кеты. При уточнении величины продукции бокоплава в конкретном году расчет выхода продукции рыб может измениться.

Расчет посадки кеты на многолетний нагул преждевремен из-за отсутствия окончательных данных по выживаемости.

Озера Утиное и Ново-Троицкое расположены в степном районе Хакасской автономной области в междуречье рек Енисей и Абакан. Водоемы исследовались в 1977 г. [Сигиневич и др., 1978].

Площадь Утиного оз. 110 га, средняя глубина 5, максимальная 10 м. Большая часть дна покрыта черными илами с запахом сероводорода. Солевой состав воды следующий:

$$M_{18,5}\frac{SO_4 26 Cl 19 HCO_3 3,2}{Na 5 Mg 6,7},$$

pH 8,7. Нитратного азота 0,25 мг/л, фосфор летом отсутствует. Перманганатная окисляемость 28 (9—50), биохроматная 260—303 мг O/л. Первичная валовая продукция за лето 1102 ккал/м².

Площадь оз. Ново-Троицкого 320 га, средняя глубина 2, максимальная 4 м. Большая часть дна покрыта черными илами с запахом сероводорода. Солевой состав воды:

$$M_{9,1}\ \frac{Cl23SO_4 15HCO_3 8.3}{Na45Mg1.5},$$

pH 8,9. Нитратного азота 0,03, фосфора 0,01—0,8 мг/л. Перманганатная окисляемость 24 (10—44), бихроматная 208—255 мг O/л. Первичная валовая продукция 528 ккал/м². Температура воды в озере у дна была следующей (по месяцам): VI — 15,9; VII — 20,0; VIII — 17,2°C. В оз. Утином из-за его глубоководности температура воды у дна была в июне — июле на 5°, в августе — на 2—3° ниже.

В озерах Утином и Ново-Троицком в зоопланктоне преобладали два вида ракообразных: Paradiaptomus asiaticus и Moina restirostris.

Эти виды характеризовались следующими показателями (июнь — август 1977 г.):

	Оз. Ново-Троицко		Оз. Утиное	
	B	*P*	*B*	*P*
Paradiaptomus asiaticus, г/м³	1,2	10,4	1,3	13,0
Moina rectirostris, г/м³	1,7	35,0	1,0	20,0
Всего, г/м²	5,8	90,8	11,5	165,0

В бентосе озер преобладали хирономиды. В оз. Ново-Троицком биомасса хирономид в среднем за лето 9,1 г/м², остальных групп животных 1,0 г/м². Реальная продукция бентоса не превысила 10 г/м². В оз. Утином бентоса было больше: биомасса хирономид равнялась 20,2 г/м², общая 24,7 г/м², реальная продукция также была выше — 27,0 г/м².

15 мая 1977 г. в озера высажены личинки кеты и горбуши. В безрыбное оз. Утиное было посажено кеты 36 шт./га, горбуши 54; в оз. Ново-Троицкое — соответственно 5 и 17. Выживаемость молоди в оз. Утином к осени была не менее 90%. Темп роста рыб в водоемах различный:

	Оз. Ново-Троицкое			Оз. Утиное		
	КК	длина, см	масса, г	КК	длина, см	масса, г
Кета (15.V—6.X)	6.1	3,7—17,4	0,4—72	4,5	3,7—24,1	0,4—141
Горбуша (15.V—6.X)	7,9	3,1—13,2	0,2—20	4,5	3,1—18,7	0,2—64,6

Примечание. КК — кормовой коэффициент.

Кета в оз. Ново-Троицком питалась разнообразной пищей: в мае — личинками хирономид, крупными копеподами (1,1—2 мм) и личинками пеляди, в июне — куколками хирономид и крупными парадиаптомусами (2 мм), в июле — главным образом хирономидами и отчасти клопами и личинками жуков, в августе пища остается той же, в сентябре кета питалась дафниями.

Горбуша в озере питалась в основном зоопланктоном (дафнией) и лишь в конце июля куколками хирономид.

Кета и горбуша в оз. Утином питались в основном хирономидами, клопами, личинками стрекоз, только периодически в желудках горбуши встречались дафнии и диаптомусы.

Калорийность рыб в озерах в августе была следующей: Утиное — кета 1,8; горбуша 1,7 ккал/г; Ново-Троицкое — кета 2,0; горбуша 1,8 ккал/г. Несмотря на более низкий темп роста, калорийность рыб в оз. Ново-Троицком была несколько выше.

Более быстрый темп роста рыб в глубоководном оз. Утином связан с более широкой возможностью выбора рыбами оптимальных температурных условий для роста.

В 1978 г. после зимовки выжила только кета в оз. Утином. Температура воды в зимний период достигала −0,6°С. Горбуша при температуре −0,1°С ложится на дно. При сочетании низких отрицательных температур и сероводорода у дна создаются условия, при которых горбуша гибнет.

Темп роста кеты на втором году жизни был довольно высоким. С середины июня до октября она увеличила свою массу с 203 до 480 г.

Питалась кета в июне личинками стрекоз и куколками хирономид (50 и 47% по весу), в июле — личинками и куколками хирономид (53 и 45%), в сентябре — клопами и личинками хирономид (43 и 40%). Кормовой коэффициент с июня по октябрь в среднем составил 5,6, при калорийности пищи от 0,9 до 1,3 ккал/г.

Смертность кеты в течение зимы была невысокой. Летом в общей сложности за 4 суток улов 6—8 сетями составил около 3,5% от числа посаженных рыб. Болезней рыб не наблюдалось.

Оз. Домежак имеет площадь около 45 га, глубина его достигает 6 м. Температура воды летом от 22°С у поверхности до 15°С у дна. Минерализация воды составляет 972 мг/л.

Наиболее массовый вид из ракообразных планктона — Diaptomus denticornis. За вегетационный период биомасса диаптомуса составила в среднем 1,6 г/м^3, продукция — 5,10 г/м^3. Наибольшую продукцию дает Daphnia longispina — 17,7 г/м^3 за сезон, при средней биомассе 0,5 г/м^3. Реальная продукция зоопланктона за сезон составила 10,3 г/м^3.

Биомасса зообентоса в течение вегетационного периода изменялась от 26 в июне до 6 г/м^2 в октябре. Основу зообентоса в начале лета составлял бокоплав (июнь — 24, июль — 13, август — 5, сентябрь — 3 г/м^2), осенью — хирономиды (июль — 4, август — 7, сентябрь — 13 г/м^2).

В мае 1978 г. в безрыбное озеро выпустили на подращивание по 10 тыс. шт. кеты и горбуши (440 шт./га).

С мая по октябрь кета выросла в длину в среднем до 18,8 см и достигла массы 82 г. В июне молодь кеты питалась преимущественно бокоплавом, во второй половине июля — дафниями и с августа до начала октября — бокоплавом. Кормовой коэффициент в среднем за период — 5,6.

Горбуша в оз. Домежак к октябрю достигла длины 19 см и массы 76 г. Рыба питалась в основном бокоплавом и дафнией. Кормовой коэффициент в среднем за период 6,1.

Смертность кеты и горбуши за лето не превысила 5%. Болезни рыб не наблюдались.

1979 г. двухлетки кеты и горбуши к середине сентября достигли массы 200 г, т. е. темп роста их был значительно ниже, чем в солоноватом оз. Беле.

Накопленный опыт выращивания кеты и горбуши позволяет сделать некоторые предварительные выводы:

для зарыбления кетой и горбушей пригодны водоемы, имеющие обширные зоны с температурой воды в летний период не выше 18°С;

наиболее высокий темп роста кеты и горбуши наблюдался в солоноватых водоемах с соленостью свыше 10‰, количеством кислорода не ниже 7 мг/л и при условии обитания бокоплава;

в солоноватых водоемах для многолетнего выращивания наиболее приемлемой является кета, выживаемость которой в зимний период при отрицательной температуре значительно выше, чем горбуши;

для однолетнего нагула в солоноватых водоемах целесообразнее использовать кету в связи с ее более высоким темпом роста на первом году жизни;

кету и горбушу можно выращивать в пресных глубоководных водоемах, имеющих зоны с температурой воды в летний период не выше 18°С и количеством кислорода не менее 7 мг/л.

ЛИТЕРАТУРА

Озера Хакасии и их рыбохозяйственное значение/Под ред. Г. П. Сигиневич. Красноярск: Кн. изд-во, 1976. 206 с.

Сигиневич Г. П. и др. Однолетнее выращивание молоди кеты и горбуши в соленых озерах Хакасии.— В кн.: Продуктивность разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, ч. 1, с. 137—139.

УДК 639.312

РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

А. Г. ЕГОРОВ

На территории Восточной Сибири, по последним сведениям, насчитывается почти 130 тыс. озер общей площадью свыше 17,7 млн. га; наиболее крупных озер 23 общей площадью 4 400 610 га (включая Байкал). Рек и речек длиной до 10 км и более насчитывается 523 587 общей длиной 2 360 975 км [Доманицкий и др., 1971]. Площадь водохранилищ превысила 1 млн. га; в будущем она, по-види-

мому, увеличится до 2—2,5 млн. га. Общая площадь прудовых водоемов, включая пруды комплексного назначения, превышает 20 тыс. га. В последние десятилетия проектируются и строятся рыбопитомники, полносистемные и нагульные прудовые хозяйства. Эксплуатация этих хозяйств находится на невысоком уровне, выход рыбопродукции незначителен, низка экономическая эффективность хозяйств. Вместе с тем, например, в бассейне Байкала и Ангары и в мизерном масштабе в бассейне р. Енисей построены рыбоводные заводы общей инкубационной емкостью почти 4 млрд. икринок байкальского омуля и некоторых других сигов. Они выпускают рыбопродукцию на стадии личинки. Вопрос о подращивании молоди до стойких стадий пока не решен. По исследованиям некоторых авторов [Селезнев, 1942; Мишарин, 1953; и др.], эффективность заводского воспроизводства, например, байкальского омуля в 40-х годах (без подращивания личинок) была в 3—4 раза выше, чем его естественное размножение. В современный период сильное загрязнение промышленными стоками перестовых рек снизило эффективность естественного воспроизводства промысловых рыб.

Общий вылов рыбы из водоемов Восточной Сибири в настоящее время не превышает в среднем 200 тыс. ц в год, что далеко не соответствует кормовым ресурсам водоемов. Судя по ориентировочным подсчетам, при развитии интенсивного рыбоводства, систематической комплексной мелиорации водоемов, борьбе с заморными явлениями, прекращении загрязнения водоемов промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками, широком применении замкнутых водооборотов, безотходной технологии, применении удобрений, зарыблении водоемов ценными высокопродуктивными видами рыб, освоении эффективных способов изъятия из водоемов товарной рыбы общий выход рыбы с гектара неспускных естественных и искусственных водоемов может быть увеличен за счет более полного использования естественной кормовой базы водоемов с 20—30 до 80 кг/га, а при освоении эффективных способов отлова рыбы — до 1—2 ц/га и более. При этом общий выход товарной рыбы по Восточной Сибири может быть увеличен в 10 раз и более, причем и эту цифру нельзя считать предельной. Все будет зависеть от уровня окультуривания водоемов, механизации мелиоративных и рыбоводных работ, уровня общей интенсификации рыбоводства.

На первое место в воспроизводстве товарной рыбы должны быть поставлены озера. Водохранилища захламлены лесом, трудно облавливаемы. Их мелиорация потребует многолетних усилий и значительных материальных затрат; рыбопродуктивность многие десятилетия будет относительно низкой. На водохранилищах перспективно развитие садкового рыбоводства, выращивание и нагул рыбы в отчлененных, предварительно мелиорированных заливах, а также в прудах и водохранилищах, построенных на притоках, и в суходолах, примыкающих к водохранилищам. Речные водоемы по своим рыбопродукционным возможностям уступают озерам. Они ценны как места размножения промысловых рыб. Задача состоит в том, чтобы реки сохранить в чистоте и использовать для постройки ши-

рокой сети рыбоводных предприятий с целью массового воспроизводства рыбопосадочного материала, подращивания его до жизнестойких стадий и использования для систематического зарыбления естественных и искусственных нагульных водоемов.

Вторым после озер важнейшим источником товарной рыбопродукции могут стать спускные прудовые водоемы специального рыбоводного или комплексного назначения.

Естественная кормовая база озер и прудов, как отмечалось выше, при определенных условиях, при более полном использовании макрофитов и макрофауны, включая сорные непромысловые виды рыб, может обеспечить ежегодный выход рыбопродукции в среднем от 80 до 150 кг/га, причем эта рыбопродуктивность может быть увеличена на озерах (при благоприятных условиях) до 3—5 ц/га, а на спускных прудах — до 10—20 ц/га и более. Это может быть достигнуто при применении поликультуры, уплотненных и сверхуплотненных посадках и искусственном кормлении рыбы. Вместе с тем важнейшее значение будет иметь применение наиболее эффективных способов отлова рыбы из неспускных водоемов.

В настоящее время исчерпывающие сравнительные исследования по экономической эффективности рыбоводства на озерах и спускных прудах применительно к условиям Восточной Сибири отсутствуют.

Требуется поставить соответствующие полупроизводственные и производственные эксперименты. Без этих экспериментов направлять значительные капиталовложения на освоение «голубой» целины нецелесообразно.

На основе всестороннего анализа результатов многолетних исследований озер и прудовых водоемов, проведения многолетних экспериментов по акклиматизации зеркального, чешуйчатого карпа, амурского сазана, пеляди, выращивания в прудах, нагула в естественных водоемах рыбопосадочного материала указанных видов, опытов по зимованию рыбы в различных озерах, прудах, садках, кормлению рыб разного возраста искусственно приготовленными кормосмесями при разреженных и уплотненных посадках и других рыбоводных работ с перечисленными видами рыб можно сделать важные принципиальные выводы о рациональном использовании имеющихся потенциальных возможностей в развитии естественного и искусственного воспроизводства ценных промысловых рыб в водоемах Восточной Сибири применительно к местным климатическим условиям.

Так, в подавляющем большинстве озер Восточной Сибири (не считая оз. Байкал и других глубоких, чистых озер) в зимний период (а иногда и летом) наблюдается острый дефицит кислорода. Озера сильно заилены и заросли водорослями и макрофитами. В них обитают преимущественно карась и гольян. Зарыбление таких озер посадочным материалом (мальками, сеголетками, годовиками пеляди, сазана, карпа и других быстрорастущих ценных видов) экономически нецелесообразно. За короткое лето мальки пеляди достигают среднего веса 50 г, мальки сазана и карпа — 10—50 г (в зависимости от плотности посадки, кормовых ресурсов и климатических

условий года). Товарные качества такой рыбы низкие, и ее необходимо оставлять в водоеме на зимование и последующий нагул. Следовательно, первейшим условием развития рыбоводства на таких заморных озерах является их комплексная мелиорация, преобразование озер из заморных в незаморные. Для этого требуются аэраторы, компрессоры разных конструкций.

Вторым важнейшим условием интенсификации озерного рыбного хозяйства является разработка таких дешевых и эффективных способов отлова рыбы, при которых выращенная товарная рыба отлавливалась бы на 90% и более. Без этого многолетний нагул ценных видов рыб в озерах экономически малоэффективен.

В настоящее время в нашей стране пока еще не организовано серийное производство комплекта техники, необходимой для комплексной мелиорации озерных водоемов и обеспечения всего технологического цикла рыбоводных работ от получения рыбопосадочного материала до зарыбления озер, нагула товарной рыбы и ее изъятия из водоемов.

Для окультуривания голубых угодий нужны земснаряды для выкачивания илистых отложений, камышекосилки для выкашивания водных растений и приготовления из них кормовых зеленых паст при помощи пастоизготовителей. Для постоянного контроля за температурой воды, содержанием в воде кислорода, углекислоты и других градиентов нужны соответствующие приборы и приспособления, т. е. целый комплекс средств механизации и автоматизации.

Для зарыбления озер и других водоемов, используемых для однолетнего и многолетнего нагула товарной рыбы, требуется большое количество высококачественного стандартного рыбопосадочного материала (мальков, сеголетков, годовиков ценных видов рыб — пеляди, карпа, сазана, омуля, других сигов, а также осетровых рыб), исчисляемое миллиардами экземпляров. Воспроизводство указанного материала требует строительства густой сети рыбопитомников, выростных прудов, а также полносистемных прудовых рыбоводных хозяйств, обеспечивающих рыбопосадочным материалом не только пруды собственного хозяйства, но и реализующих рыбопосадочный материал другим колхозам, совхозам и государственным рыбоводным хозяйствам специального назначения.

До настоящего времени остается нерешенной проблема массового воспроизводства мелких живых кормов, необходимых для подращивания молоди (рыбопосадочного материала) осетровых, лососевых, сиговых и карповых рыб до стойких стадий.

В безрыбные или заселенные мирными видами рыб озера можно выпускать на многолетний нагул посадочный материал в возрасте личинки. Озера, где есть окунь и другие рыбояды, можно зарыблять только молодью ценных видов, подращенной до размеров, недоступных потреблению хищниками (сеголеток, годовик). В одиннадцатой пятилетке необходимо построить на территории Восточной Сибири в разных ее областях и климатических зонах показательные рыбопитомники с целью воспроизводства высококачественного стан-

дартного рыбопосадочного материала. Такие хозяйства могут быть построены в Иркутской и Читинской областях, на территории Красноярского края, Бурятии и Южной Якутии. Подходящими водоемами, в зоне которых можно разместить эти хозяйства, можно назвать оз. Шакша, оз. Кенон (Читинская область), оз. Гусиное (бассейн р. Селенги в Бурятии), оз. Аляты (Иркутская область), озера Хакасии (Красноярский край), озера бассейна р. Витим (Южная Якутия).

Необходимо создать мощные прудово-озерные рыбоводные хозяйства на базе Ивано-Арахлейских, Еравно-Харгинских, Баунтовских (Ципо-Ципиканских), Гусино-Убукунских и хорошо изученных озерах Хакасской автономной области Красноярского края.

При благоприятных условиях общая площадь озерных и озерно-прудовых рыбоводных хозяйств Восточной Сибири может быть доведена до 500 тыс. га (без Байкала), а выход товарной рыбопродукции — до 1 млн. ц в год.

Наряду с развитием интенсивного озерного и озерно-прудового рыбоводства местные условия позволяют развивать высокоинтенсивные формы рыбоводства всех категорий на площади минимум 50 тыс. га со средним выходом рыбопродукции не менее 10 ц/га и общим до 500 тыс. ц. Таким образом, при использовании потенциальных возможностей внутренних водоемов Восточной Сибири с применением наиболее интенсивных способов воспроизводства ценных видов рыб можно увеличить общий выход рыбопродукции с озерных и прудовых водоемов этой зоны страны до 1,5 млн. ц в год.

Необходимо провести соответствующие расчеты капиталовложений, потребностей в кормах и эксплуатацию различных категорий озерных, озерно-прудовых и прудовых интенсивных рыбоводных хозяйств.

Дополнительными резервами получения высококачественной рыбопродукции будут служить: Байкал в пределах 100 тыс. ц в год (всех видов рыб), водохранилища в пределах 300 тыс. ц (по 10 кг/га и тепловодные хозяйства, создаваемые на базе теплых промышленных и геотермальных вод, в пределах 100 тыс. ц в год).

При более полном использовании указанных резервов общий выход товарной рыбопродукции со всех рыбоводных хозяйств Восточной Сибири может быть доведен до 2 млн. ц в год. Прообразом будущих тепловодных хозяйств должен стать в ближайшие годы Ангарский рыбоводный комплекс мощностью 26 тыс. ц товарной рыбы в год.

Дальнейшее наращивание рыбозаготовок в Восточной Сибири будет идти за счет более полного освоения многочисленных озер Якутии, развития интенсивного садкового и бассейного рыбоводства, а также освоения рыбных ресурсов шельфовой зоны Северного Ледовитого океана, примыкающей к Восточной Сибири.

Основными объектами интенсивного рыбоводства в озерах, прудах, водохранилищах, садках и бассейнах на современном этапе необходимо считать сазана, чешуйчатого и зеркального карпов, гиб-

ридов карп × сазан, карп × карась, лещ, пелядь, байкальского омуля, байкальского осетра, сибирскую стерлядь.

Эти виды лучше изучены и хорошо проверены в условиях Восточной Сибири. Ценными и эффективными объектами интенсивного рыбоводства на водоемах Восточной Сибири могут стать хариусы, ленки, таймени, гибриды осетровых рыб. Это требует специальных исследований и экспериментов. Другие виды промысловых рыб должны проверяться и использоваться в качестве дополнительных объектов озерного и прудово-озерного рыбоводства.

На территории Восточной Сибири должна быть создана необходимая сеть рыбоводных заводов и промышленных установок по воспроизводству живых растительных и животных кормов для искусственно разводимых видов рыб. На базе Бурдугузской экспериментальной лаборатории необходимо создать полупроизводственную автоматизированную установку по массовому воспроизводству хлореллы, ценных синезеленых водорослей, инфузорий, коловраток, копепод, ветвистоусых рачков и дафний. Аналогичные полупроизводственные установки необходимо создать на территории Читинской области, Бурятии и Красноярского края. В дальнейшем эти полупроизводственные установки должны перерасти в производственные предприятия по массовому воспроизводству живых кормов для нужд рыбоводных хозяйств отдельных областей Восточной Сибири. Параллельно необходимо разработать эффективную технологию добычи оптимально возможного количества растительных и животных кормов из естественных и искусственных водоемов с целью их использования в качестве дополнительного резерва при выращивании рыбопосадочного материала. Необходимо также использовать все способы активного привлечения воздушных насекомых к рыбоводным водоемам.

Из рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири особый интерес привлекает оз. Байкал. По материалам, полученным сотрудниками Лимнологического института СО АН СССР, площадь озера достигает 34 300 км^2, максимальная глубина в центральной (средней) котловине — 1620 м, объем водной массы — 22 707 км^3.

В 30—50-х годах Байкал давал до 70—80% общего улова рыбы, добываемой в водоемах юга Восточной Сибири. Основу его сырьевой базы составлял байкальский омуль. В общем улове рыбы в Байкале омуль составлял 59%, плотва и елец — 19,5, окунь — 8, байкальские бычки — 7,6, хариус — 1,74, щука — 1,6, налим — 0,87, сиг — 0,79, сом, сазан, линь, вместе — 0,026%. По отдельным районам Байкала и в различные годы процентное соотношение отдельных видов в уловах сильно меняется. В некоторые годы в различных районах вылов омуля составлял от общего улова от 12,5 до 98,2%, в среднем колебался от 28,7 до 71,4%. В годы освоения промысла байкальских бычков в районе Малого Моря и у южной оконечности Байкала их вылов составлял по указанным районам 34,2% общего улова. Все другие виды в общих уловах занимали доли процента. В 1937 г. наивысший улов омуля, по данным В. Н. Селезнева [1942], достиг 81 700 ц, валовый улов был не менее 90—100 тыс. ц.

В годы Великой Отечественной войны максимальный товарный вылов омуля в 1942 г. достиг 92,6 тыс. ц, валовый улов составлял примерно 110—115 тыс. ц, а возможно и несколько более. Значительное увеличение вылова омуля было обусловлено хорошим состоянием его запасов, применением укрупненных (до 1000—1200 м длиной и 12—14 м высотой) закидных неводов, позднее широким применением капроновых сетей, механизацией тоневых участков, моторизацией рыболовного флота.

В годы войны лов омуля проводился не только в Байкале на местах нагула, но и в реках в период нерестового хода и во время посленерестового ската омуля в Байкал. В послевоенный период высокие уловы омуля поддерживались за счет увеличения количества выставляемых орудий лова. Закидные невода в связи с постепенным падением запасов омуля становились менее эффективными. Их количество сокращалось от 121 в 1948 г. до 16 в 1961 г. В то же время количество ставных неводов увеличивалось с 10 в 1946 г. до 155 в 1958 г.; в 1961 г. выставлялось 106 ставных неводов. Количество сетей, применяемых для отлова омуля, увеличилось с 488,5 тыс. м в 1946 г. до 881 тыс. м в 1956 г. С 1957 г. все фильдекосовые сети были заменены капроновыми.

Если в 1954 г. удалось выловить 76 500 ц омуля, то в последующие годы наметилось заметное и с каждым годом нарастающее уменьшение уловов. На тоневых участках увеличивался прилов молоди омуля. В ряде случаев этот прилов достигал уже 50 и 100%. Особенно резкое падение уловов омуля в Байкале началось в середине 60-х годов. Так, в 1964 г. вылов его упал до 26 500 ц, в 1965 г.— до 20 800 ц, в 1966 г.— до 18,2 тыс. ц, в 1967 г.— до 12, в 1968 г.— до 10,3 тыс. ц. В 1969 г. на Байкале был введен полный запрет на промысловый лов омуля. В годы запрета отлов омуля проводился лишь для рыбоводных целей и по специальному лимиту, установленному одному национальному колхозу (2000 ц) и Иркутскому рыбокомбинату (300 ц). В годы запрета имел место и отлов омуля браконьерами, хотя и в ограниченных масштабах. С 1976 г. на Байкале ежегодно работает научная разведка. Ее основная цель — проверить фактическое состояние численности омуля во всех районах Байкала, во все сезоны года, проследить за динамикой численности стад омуля на местах летнего нагула, выяснить картину хода омуля на нерест в реки, определить численность нерестовых популяций и фонд откладываемой ими икры в отдельные годы запрета, выяснить картину ската личинок омуля в Байкал и другие стороны экологии омуля при современных условиях его естественного и искусственного воспроизводства.

На основе современных знаний необходимо выработать наиболее оптимальный режим эксплуатации сырьевых запасов омуля и разработать наиболее эффективную технологию его искусственного разведения и улучшения естественного размножения.

В годы запрета были организованы более углубленные исследования экологии и динамики численности селенгинской и северобайкальской нерестовых популяций омуля, проведены повторные

исследования питания омуля по основным участкам Байкала, осуществлены биологические съемки Байкала.

Исследования показали, что за годы запрета на омулевый промысел произошло некоторое накопление половозрелых рыб, нерестовые стада пополнились впервые созревшими рыбами. В целом процесс нарастания численности нерестовой части стада был очень замедленным. Более заметно нерестовые популяции увеличивались численно до 1973 г., а после этого началось колебание и даже снижение их численности. Некоторые исследователи объясняют эти колебания приходом на нерест урожайных и неурожайных поколений. С этим можно согласиться. Но вместе с тем колебание численности нерестовых популяций указывает на неустойчивость условий их естественного воспроизводства. Следовательно, прежде чем перейти к промыслу омуля, необходимо создать более благоприятные условия для естественного размножения и освоить в необходимом масштабе его искусственное разведение. По данным ВостсибрыбНИИпроект, численность нерестовых стад (в тысячах центнеров и поштучно), например, в р. Селенге с 1973 по 1978 г. снизилась в 3 с лишним раза. Не меньшее сокращение нерестовых стад произошло в реках Верхняя Ангара и Баргузин. Особенно резкое снижение численности нерестовых стад отмечено в 1979 г.

Не наблюдается стабильности и в скате личинок и мальков омуля из нерестовых рек и в численности омуля на местах нагула.

В контрольных ловах стандартизированными порядками разноячейных (от 16 до 45 мм) сетей, проводимых экспедицией ЛИН под руководством В. В. Смирнова по определенным, ежегодно повторяющимся, поперечным (через Байкал) разрезам на разных глубинах с 1971 г. по основным районам Байкала, где всегда концентрируется омуль, в период распаления озера, хорошо отражается динамика возрастной, весовой, размерной и половой структуры нагульных стад омуля. Средние уловы на контрольный порядок сетей длиной 400 м с 1971 по 1979 г. не претерпели заметного увеличения:

Год	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Улов, шт.	94	85	160	106	84	118	134	119	121

Общая насыщенность Байкала омулем в современный период в 4—5 раз ниже, чем в 30—40-х годах, примерно во столько же раз ниже и современная численность нерестовых стад.

Общая ихтиомасса всех популяций омуля определяется ВостсибрыбНИИпроект и ЛИН примерно в 200—230 тыс. ц. Подавляющая ее часть приходится на рыб в возрасте от 0 до 7+. При определении ихтиомассы ВостсибрыбНИИпроект применил рекомендации П. В. Тюрина, а ЛИН использовал свой оригинальный способ расчета. Других методик, применимых к специфическим условиям Байкала, пока не выработано. Следовательно, необходимо помнить об относительности примененных методик и полученных цифр.

Исследователям пока не удалось, в частности, подойти к более достоверному определению численности воспроизводящей части по-

пуляции. Пока лишь фиксируется мощность заходящих на нерест косяков (контрольные уловы в реках при помощи плавных сетей). При этом не учитывается влияние массового браконьерства в нерестовых реках после того, когда учет численности нерестовых популяций уже проведен в низовьях нерестовых рек.

Вопрос о том, сколько рыб фактически участвует в нересте и каков действительный фонд икры, откладываемой на естественные нерестилища, требует уточнения. Остаются пока невыясненными причины резких колебаний численности молоди омуля, скатывающейся из нерестовых рек в Байкал. Еще недостаточно точна методика учета скатывающейся молоди. В последние 6 лет ВостсибрыбНИИпроект и другие организации не проводят, в частности, систематических наблюдений за влиянием промышленных стоков на нерест рыб, развитие икры и выживание икры и молоди. Крайне недостаточно исследуются динамика кормовой емкости мелководий Байкала, куда скатывается омулевая молодь, а также влияние вредных промышленных стоков на жизнь молоди и ее кормовых объектов на этих мелководьях.

Следовательно, расчеты численности омулевых популяций весьма относительны, и также относительными следует считать и расчеты так называемого «промыслового запаса».

ВостсибрыбНИИпроект определил этот запас в 90 тыс. ц. Сюда относится вся ихтиомасса омуля от 6+ и старше, т. е. половозрелая часть стада. Такое определение промыслового запаса дезориентирует МРХ СССР и МРХ РСФСР, а также и заинтересованные рыбохозяйственные организации. В рыбном хозяйстве принято включать в промысловый запас всю воспроизводящую часть стада. Этим в первую очередь и можно объяснить всеобщее падение рыбных запасов как на внутренних водоемах, так и в морях и океанах.

Если мы ставим задачу добиться устойчивости в естественном воспроизводстве запасов байкальского омуля при низкой эффективности его искусственного разведения в настоящее время, то необходимо взять под защиту значительную часть нерестовых стад, не включать их в промысловый запас и не эксплуатировать промыслом.

Сети и невода — весьма эффективные орудия лова, и если их применять, не заботясь о сохранении воспроизводящей части стада, то можно свести на нет все позитивные результаты запрета на омулевый промысел.

История промысла байкальского омуля показывает, что какова бы ни была ихтиомасса половозрелой части стада, из этой ихтиомассы удавалось отловить на протяжении года в лучшем случае не более $^1/_5$, $^1/_6$ части и даже меньше. И это при условии, что всегда подвергалась отлову значительная часть нерестовых стад, концентрирующихся в предустьях нерестовых рек и заходящих в реки. Если же оградить их от вылова, то общий вылов половозрелого омуля в районах нагула составит не более $^1/_7$, $^1/_8$ части его численности. Кроме того, общее изъятие нагульной части популяции на Байкале, где в году 60% ветреных дней, зависит от

гидрометеорологических условий. Ветер не способствует успеху промысла. Под воздействием гидрометеорологических условий года резко меняются условия и интенсивность привала омуля к берегам, а поиск омулевых косяков по обширной акватории Байкала представляет немалые трудности.

Следовательно, переносить механически в условиях Байкала результаты научных проработок по коэффициентам естественной смертности, определению промыслового запаса, процента возможного промыслового изъятия и др., полученные на малых водоемах, недопустимо. Для Байкала необходимо определять коэффициенты естественной смертности в зависимости от динамики кормовой базы и кормовой емкости озера, вырабатывать свои нормы промыслового изъятия.

Изъять 25% «промыслового запаса», как это принимается иногда для малых водоемов, на Байкале, по-видимому, можно только при условии применения особо эффективных орудий и способов рыболовства или выставления колоссального количества неводов и сетей. Но тогда резко уменьшится вылов рыбы на одно орудие и одного рыбака. Промысел потеряет рентабельность, как это и наблюдалось до запрета.

В настоящее время нельзя механически сравнивать средние уловы на сетезвено, на ставной или закидной невод, полученные научной разведкой, с теми уловами, которые наблюдались в дозапретный период. Необходимо внимательно сопоставлять и анализировать условия промысла, сравнивать количества применявшихся орудий лова на соответствующей акватории Байкала, где ведет в последние годы лов омуля научная разведка ограниченным количеством сетей и неводов. Если бы выставить в настоящее время на лов то огромное количество сетезвеньев (350—400), ставных (100) и закидных (100) неводов, которые применялись в дозапретный период, то средний вылов на орудие лова и на рыбака приблизился бы к дозапретному.

Структуру лимитированного лова омуля на Байкале необходимо еще выработать. Она должна включать прежде всего лимитирование орудий рыболовства, мест и сроков лова. Что касается величины промыслового изъятия, то она ежегодно должна меняться в соответствии с уровнем естественного и искусственного воспроизводства омуля. Необходимо биологически обосновать, какие возрастные группы и в каком количестве мы можем ежегодно изымать из наличной ихтиомассы, чтобы не нарушалось восстановление численности нерестовых стад и отдельные возрастные группы нагульной части стада изымались пропорционально, в соответствии с их численностью. Сетезвенья, по-видимому, будут оснащаться наборами сетей с разной ячейностью, а не только крупноячейными или только мелкоячейными сетями.

Исследования различных звеньев экосистемы Байкала, проведенные за последнее десятилетие сотрудниками Лимнологического института СО АН СССР, ВостсибрыбНИИпроекта, Научно-исследовательского института биологии при Иркутском университете и ка-

федр университета, показали, что продуцирующая система озера находится в состоянии длительной депрессии.

На примере анализа средней за июнь — сентябрь температуры слоя 0—25 м М. Н. Шимараевым (ЛИН) показан синхронный ход ее изменений в 1972—1974 гг. во всех котловинах озера. Средняя температура понижалась от 1972 к 1973 г. и возрастала в 1974 г. Из последних пяти лет наиболее теплым был 1971 г. По осредненным данным, изменения температуры поверхности воды за июнь — октябрь по пятилетиям прослеживается ясная тенденция к ее снижению; в 1958—1963 гг.— 7,85°, в 1964—1968 гг.— 7,66°, в 1969—1973 гг.—7,46°

По данным Г. И. Поповской (ЛИН), начиная с 1969 г. весенний фитопланктон, который обычно дает главную долю продукции органического вещества целого года, характеризуется весьма низким уровнем развития; в среднем его биомасса в зоне фотосинтеза равнялась 6 г/м² (1,0—8,5 г/м²). В предшествующее запрету пятилетие (1964—1968 гг.) средняя биомасса была почти в 5 раз выше — 28,0 г/м² (3,0—58,0 г/м²).

По исследованиям Э. Л. Афанасьевой (ЛИН) в 1970—1973 гг. не выделялось ни одного высокоурожайного по растительноядному рачку эпишуре года. Суммарная продукция всего зоопланктона в 1971—1973 гг. была примерно в 2 раза меньше, чем в 1964—1968 гг. (77,0 вместо 172,0 г/м² в слое 0—50 м).

Указанные изменения не могли не отразиться на основных представителях стоящих выше звеньев трофической цепи. Изменилось питание и ухудшились многие биологические показатели омуля.

Запасы бычка-желтокрылки — основного компонента пищи омуля и многих других видов промысловых рыб Байкала — находятся в состоянии длительной депрессии. После падения запасов желтокрылки под воздействием ее многолетнего интенсивного промысла в период размножения резко ухудшились условия ее воспроизводства. Это объясняется поднятием уровня Байкала в результате строительства Иркутской ГЭС. Нерестилища желтокрылки оказались на глубине до 1,5 м, а новые не сформировались. Повышенная мутность прибрежных вод в результате переработки берегов также, по-видимому, вредно сказывается на размножении желтокрылки.

Если в 30-х и 40-х годах в пищевом рационе омуля на протяжении года рыбная пища занимала до 50—60%, а в отдельные продолжительные периоды — до 70—80%, то в 50-х годах, по исследованиям Я. Г. Потакуева, количество рыбной пищи у омуля уменьшилось в среднем до 41%, хотя в отдельные периоды рыба составляла до 60—74% пищевого комка. Я. Г. Потакуев показал, что омуль только тогда питается мелким зоопланктоном (рачок эпишура, циклопы и др.), когда концентрация последнего на 1 м³ воды достигает 30—35 тыс. экз. и более. Если такие концентрации отсутствуют, омуль использует другие концентрированные корма: макрогектопуса, молодь желтокрылки, других бычков, молодь окуня, голомянок и некоторые другие виды. По исследованиям Л. А. Гуровой, в 60-х годах рыба в питании омуля составляла по весу

только 26% общего рациона, а по калорийности — 36%. Б. К. Москаленко в 1971—1972 гг. отметил дальнейшее снижение значения рыбной пищи в пищевом рационе омуля. Исследование питания омуля по широкой программе, проведенное в 1973—1975 гг. И. В. Волерманом, показало, что роль рыбной пищи в рационе основных по численности морфо-экологических групп омуля в указанные годы снизилась до 0,5—3,0%.

Вместо бычка-желтокрылки омуль питается теперь донными боконлавами [Волерман, 1977а, б]. При этом общая обеспеченность омуля пищей не превышает 58%.

Остается неизвестным, как чувствуют себя производители омуля, молодь омуля и других ценных рыб, подвергшиеся в разных дозах воздействию вредных промышленных стоков и не погибшие немедленно, и как развиваются основные пищевые организмы омуля на Селенгинском и других мелководьях Байкала, где он концентрируется в летний период.

Под воздействием неблагоприятных условий омуль медленнее растет, позже на 2—3 года достигает половой зрелости. Плодовитость самок снижается более чем в 2 раза (с 18—20 до 8—10 тыс. икринок).

Таким образом, годы запрета на омулевый промысел совпали с наступлением весьма неблагоприятных условий для его естественного воспроизводства.

Прогноз науки о том, что семилетний запрет на омулевый промысел позволит восстановить запасы омуля, не оправдался.

Медленно в указанные годы решались вопросы его искусственного разведения. Определенным тормозом в развитии рыбного хозяйства Байкала продолжает оставаться то обстоятельство, что рыбохозяйственные учреждения и предприятия, работающие на Байкале и на водоемах его бассейна, недостаточно укомплектованы квалифицированными специалистами, имеющими специальное высшее рыбохозяйственное образование. Этим можно объяснить многие серьезные недостатки в организации рыбного хозяйства в целом, грубые промахи и просчеты в проектировании, строительстве и эксплуатации рыбоводных предприятий.

Наблюдения показывают, что промысел омуля на местах нагула должен базироваться не на нерестовой части стада, а на наиболее многочисленной ремонтной (бройлерной) части, которая занимает модальное положение в стаде. Эту модальную часть составляют рыбы в возрасте 4+—7+.

В 30—50-х годах структура нерестовых стад омуля была многовозрастной. В те годы самки омуля несколько (не менее трех) раз могли участвовать в нересте. В настоящее время возрастная структура нерестовых стад омуля как сиговой рыбы разрушена. Основная часть самок и самцов идет на нерест впервые. Выживаемость икры и молоди у впервые созревающих самок значительно ниже по сравнению с самками, размножающимися повторно. Поэтому и общая эффективность естественного воспроизводства омуля значительно ниже, чем в прошлые десятилетия. Запрет на лов покатного

омуля, введенный по нашему совместно с проф. К. И. Мишариным предложению, не соблюдался. Если идущий на нерест в р. Селенгу омуль отлавливается браконьерами не менее чем на 20%, то покатный отнерестовавший омуль отлавливается почти полностью.

Необходимо организовать строжайшую охрану не только нерестового, но и покатного омуля. Это единственный путь воссановления возрастной структуры нерестовой части стада и обогащения генофонда нерестовой популяции.

Омулевое хозяйство Байкала может и должно быть хорошо управляемым на основе глубокого знания динамики естественного размножения и освоения интенсивного искусственного разведения омуля.

Ближайшие задачи исследования популяций байкальского омуля следующие:

дальнейшее более углубленное исследование динамики кормовых ресурсов Байкала на всех уровнях трофической цепи;

изучение биологии и динамики численности желтокрылки и других бычковых рыб Байкала — основного корма омуля и других промысловых рыб. Поиск путей восстановления запасов желтокрылки;

выяснение путем массового кольцевания значения повторнонерестующих производителей омуля в естественном и искусственном воспроизводстве, выживаемости производителей после нереста при современных неудовлетворительных условиях питания, а также вредном влиянии антропических факторов (загрязнение водоемов и др.);

систематическое исследование влияния промышленных, коммунальных и бытовых стоков на естественное размножение и искусственное разведение омуля и других ценных рыб бассейна оз. Байкал (особенно в реках Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Селенгинское мелководье, предустьевых пространствах рек Верхняя Ангара и Кичера, прибрежьях южной части Байкала;

изучение осенних миграций и мест зимних концентраций омуля;

совершенствование методики учета численности нерестовых стад, заходящих для размножения в реки, фонда откладываемой ими икры и численности омулевой молоди, скатывающейся из нерестовых рек в Байкал. Дальнейшее исследование структуры омулевых стад на местах нагула и структуры уловов омуля разными орудиями рыболовства.

Для всесторонней разработки фундаментальных научных проблем интенсивного рыбоводства применительно к климатическим условиям Восточной Сибири и внедрения результатов научных исследований в производство необходимо создать в Иркутске научный центр рыбного хозяйства с отделениями и экспериментальными базами в основных климатических зонах Восточной Сибири. Следует организовать также специальный проектный институт рыбного хозяйства, выполняющий изыскания, проектирование и руководство строительством рыбоводных хозяйств всех категорий, по рекомендациям научного центра рыбного хозяйства. Для ускорения строи-

тельства рыбхозов необходимо создать специализированный строительно-монтажный трест с отделениями для выполнения всех работ по строительству и вводу в эксплуатацию рыбоводных предприятий по линии министерств рыбного и сельского хозяйства РСФСР.

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьева Э. Л. Зоопланктон пелагиали Байкала, его запасы, продукция и кормовые концентрации.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск: Наука, 1975, с. 27—32.

Волерман И. Б. О питании байкальского омуля.— В кн.: Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск: Наука, 1977а, с. 166—181.

Волерман И. Б. Питание байкальского омуля в современный период.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в водоемах. Рыбы и рыбные ресурсы: (Тез. докл. на 4-м Всесоюз. лимнол. совещ.). Лиственичное на Байкале, 1977б, с. 262—265.

Гурова Л. А., Пастухов В. Д. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала. Новосибирск: Наука, 1974. 185 с.

Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаева А. И. Реки и озера Советского Союза: (Справ. данные). Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 103 с.

Егоров А. Г. Развивать карповодство в Иркутской области и Бурятской АССР. Иркутск: ОГИЗ, 1959а. 129 с.

Егоров А. Г. Перспективы рыбохозяйственного освоения ангарских водохранилищ. Иркутск: ОГИЗ, 1959б. 40 с.

Егоров А. Г. Акклиматизация зеркального и чешуйчатого карпа в южных районах Восточной Сибири.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства. Томск: Изд-во ТГУ, 1959, с. 339—344.

Егоров А. Г. Байкальский осетр. Улан-Удэ: Изд. Бурят. компл. науч.-исслед. ин-та СО АН СССР, 1961. 120 с.

Егоров А. Г. Состояние и развитие прудового рыбоводства в Иркутской области и Бурятской АССР.— В кн.: Тр. Всесоюз. совещ. по биол. основам прудового рыбоводства. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 147—150.

Егоров А. Г. Состояние и перспективы развития рационального рыбного хозяйства на внутренних водоемах Восточной Сибири.— В кн.: Рыбное хозяйство внутренних водоемов СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 193—200.

Егоров А. Г. Состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в системе Байкала и р. Ангары.— В кн.: Осетровое хозяйство в водоемах СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 188—195.

Егоров А. Г. Перспективы развития интенсивного рыбного хозяйства на озерах южных районов Восточной Сибири.— В кн.: Материалы Всесоюз. совещ. по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб». Л.: ГосНИОРХ, 1976, с. 71—73.

Егоров А. Г. Современное состояние и перспективы воспроизводства байкальского омуля.— В кн.: Лососевидные рыбы. Л.: Наука, 1976, с. 35—36.

Краснощеков С. И. Вопросы организации воспроизводства байкальского омуля.— В кн.: Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. Красноярск, 1975, с. 41—49.

Мухомедиаров Ф. Б. Расы байкальского омуля, их морфологические и биологические особенности и роль в промысле.— Изв. Биол.-географ. НИИ при Вост.-Сибир. ун-те, 1942, т. 9, вып. 3/4, с. 35—96.

Мишарин К. И. Байкальский омуль.— В кн.: Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал. Иркутск, 1958, с. 130—287.

Мишарин К. И. Естественное размножение и искусственное разведение посольского омуля на Байкале.— Изв. Биол.-географ. НИИ при Иркут. ун-те, 1953, т. 14, вып. 1/4, 148 с.

Мишарин К. И. Биологическое обоснование искусственного воспроизводства стад байкальского омуля.— В кн.: Теоретические основы рыбоводства. М.: Наука, 1965, с. 168—171.

Москаленко Б. К. О питании байкальского омуля в летние периоды 1971 и 1972 гг.— В кн.: Биологические исследования озер Восточной Сибири. Иркутск, 1974, с. 55—60.
Поповская Г. И. Фитопланктон пелагиали Байкала.— В кн.: Второе совещ. по вопросам круговорота вещества и энергии в озерных водоемах: Лиственничное на Байкале, 1969, ч. 2, с. 6—7.
Поповская Г. И. О фитопланктоне пелагиали Байкала.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск: Наука, 1975, с. 16—20.
Потакуев Я. Г. Питание и пищевые взаимоотношения планктоноядных рыб оз. Байкал: Автореф. дис. канд. биол. наук. Иркутск, 1954. 26 с.
Селезнев В. И. Байкальский омуль, его естественное размножение и перспективы искусственного разведения.— Изв. Биол.-географ. НИИ при Вост.-Сиб. ун-те, 1942, т. 9, вып. 1/2, с. 39—48.
Смирнов В. В., Шумилов И. П. Омули Байкала. Новосибирск: Наука, 1974. 159 с.
Смирнов В. В. Состояние популяций омуля в период запрета на промысел.— В кн.: Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск: Наука, 1977, с. 127—140.
Сорокин В. Н., Сорокина А. А. Воспроизводство селенгинской популяции омуля и экологии ее молоди.— В кн.: Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск: Наука, 1977, с. 141—155.
Стариков Н. С. Рыбы и рыборазведение в Бурятии. Улан-Удэ, 1971. 62 с.
Тюрин П. В. О причинах снижения запасов байкальского омуля — и неотложных мерах по их восстановлению.— Вопр. ихтиологии, 1969, т. 9, вып. 5(58), с. 782—797.
Шимараев Г. Н. Гидрометеорологические факторы и колебания численности байкальского планктона.— В кн.: Лимнология придельтовых пространств Байкала. Л.: Наука, 1971, с. 259—267.

УДК 597

РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ ЯКУТИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ф. Н. КИРИЛЛОВ

В статье дается современное состояние рыбных ресурсов водоемов Якутии по результатам их изученности на 1979 г. Для этой цели использованы опубликованные и фондовые материалы Института биологии Якутского филиала СО АН СССР. Якутского отделения ВостсибрыбНИИпроект и управления «Якутрыбвод». При этом мы сочли возможным привести только основные сведения по биологии рыб, которые наиболее ярко характеризуют места массовой концентрации важнейших промысловых объектов, особенно полупроходных рыб, и их миграцию. Более полные сведения о экологии и морфологии рыб водоемов Якутии представлены П. Л. Пирожниковым [1949, 1955], Ф. Н. Кирилловым [1972] и другими исследователями.

ОСНОВНЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДОЕМЫ

Якутская АССР с севера омывается морем Лаптевых и Восточно-Сибирским морем, которые в значительной степени отличаются от прочих морей Ледовитого океана большими материковыми отмелями, возникшими в результате колебания Мирового океана [Линдберг, 1972]. По заключению Н. А. Дорониной [Аверина и др., 1962], шельф с изобатой 60 м «опоясывает берега в море Лаптевых на расстоянии 450—550 км», а в Восточно-Сибирском море, между Ляховскими и Медвежьими островами,— более чем на 600 км. Береговая линия этих морей значительно изрезана и включает большое количество таких заливов, как Хатангский, Анабарский, Оленекский, Янский, и различных по площади и глубине губ. Наиболее крупными являются Омуляхская, Хромская, Гусиная и Буор-Хая. Другие же губы (Селляхская, Чондонская, Ванькина, Эбеляхская, Средняя и Колымская) мелководны и незначительны по размерам.

Изрезанность материкового берега обусловлена его геологическим строением. Берега, сложенные чаще всего суглинисто-песчаными отложениями с включением линз грунтового льда, под действием метеорологических условий (особенно потоков теплого воздуха) и волнобоя интенсивно разрушаются, и береговая линия отступает от моря со скоростью до 4 м в год [Хмызников, 1937]. Особенно активны абразивные процессы в зоне максимального действия речного стока, несущие паводковые и летние теплые воды. К таким участкам явно выраженной термоабразии обычно приурочены заливы и губы. Вместе с теплыми водами в эти губы и заливы поступает большое количество биогенных веществ и органических взвесей, способствующих активному развитию фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Так как соленость воды в губах — величина переменная, зависящая от силы и устойчивости главного направления ветров, то и обитающие в них беспозвоночные представлены не только пресноводными, но и такими солоноватоводными видами, как Limnocalanus grimaldii, Limnocalanus joganseni. Кормовые возможности губ и заливов в летнее время и частично осенью используются всеми возрастными группами пельмы, ряпушки, омуля, чира и муксуна и этим определяется их важное значение как нагульных площадей, обусловливающих численность и рост полупроходных рыб в водоемах Якутии.

Повышенный рыбохозяйственный интерес представляют шельфы морей, омывающих Якутию, кормовые возможности которых используются из полупроходных рыб омулем, восточносибирской ряпушкой, муксуном и частично пельмой. Насколько широко используются мелководья континентальной гряды как кормовые площади полупроходными и другими рыбами — точно не установлено, но во всяком случае биомасса шельфа моря Лаптевых по параллели северной оконечности Ляховских островов широко используется омулем и ряпушкой [Кожевников, 1948]. Значение шельфов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского определяется еще и тем, что здесь обитают и размножаются такие промысловые рыбы, как тихоокеан-

ская сельдь, восточносибирская треска, корюшка азиатская и полярная камбалы. Выявление численности и мест наибольшей концентрации этих рыб — неотложная задача ближайших лет. Наряду с этим, судя по нашим зимним наблюдениям, проведенным в бухте Тикси на траверзе о-ва Бруснева и в навигационное время близ порта Певек, на этих участках изобилует четырехрогий бычок, который успешно может быть утилизирован на подкормку пушным зверям и на содержание транспортных собак.

Территория Якутии дренируется большим количеством рек, число которых в достаточной степени еще не уточнено. По заключению Г. Е. Чистякова [1964], на территории Якутской АССР насчитывается около 300 тыс. рек, общая длина которых достигает почти 1 млн. км. Наиболее крупные — Анабар, Оленек, Лена, Яна, Индигирка и Колыма. Реки делятся на следующие участки: верхнее, среднее, нижнее течения, дельтовые участки. Верховья заселены туводными рыбами, запасы которых весьма ограничены и представляют лишь местное потребительское значение. Среднее течение рек служит основным участком нереста нельмы, изобилует частиковыми рыбами и туводными сигами и перспективно в рыбохозяйственном отношении. Нижнее течение рек имеет важное рыбопромысловое значение и является основным цехом деликатесной рыбы. Через низовья рек проходят миграционные пути всех полупроходных рыб. Здесь же нерестует основная часть стада сиговых рыб. Дельты рек Якутии характеризуются непостоянным солевым составом. В период длительных нагонных ветров северные участки дельты становятся солоноватоводными и поэтому значительно отличаются от речных участков составом фауны. В частности, здесь можно встретить таких морских рыб, как восточносибирскую треску, сайку, четырехрогого бычка. Особо важное значение дельт заключается в том, что они служат местом нагула популяций полупроходных рыб всех размерно-возрастных групп и основным местом формирования нерестовых стад нельмы, восточносибирской ряпушки, омуля и муксуна. С учетом этого часть дельтовых участков Яны, Индигирки и Колымы считается запретной зоной для рыболовства.

Несмотря на то что общее количество рек в Якутии довольно велико, в промысловый фонд не включаются верхние течения рек, труднодоступные реки Заполярья, небольшие по протяжению речки и протоки, а также запретные зоны дельт. В связи с этим в рыбохозяйственный фонд в настоящее время включены только речные участки суммарной протяженностью 28,1 тыс. км, что составляет лишь 2,8% от общего речного фонда. Краткие сведения о наиболее важных в рыбохозяйственном отношении водоемах Якутии приводятся ниже.

Река Лена — одна из самых крупных рек Якутии. При общей протяженности 4270 км она протекает по территории Якутии на расстоянии 2870 км. Это основная водная магистраль, связывающая самые отдаленные районы Якутской АССР с Иркутской областью и через транссибирскую магистраль с центральными районами России. Один из основных промысловых водоемов, где вылавливается

43,0% рыбы (1978 г.) от общей добычи по Якутии, в том числе 46,8% нельмы и сиговых и 100% осетра от общего республиканского вылова. Туводные рыбы промыслом используются слабо. Включение в хозяйственный оборот щуки, плотвы, ельца, тугуна, окуня и налима позволит не только увеличить промысловое значение р. Лены и ее притоков, но и более целесообразно дислоцировать промысел и правильно распределить промысловую нагрузку на разных рыб.

Заслуживает внимания и тот факт, что некоторые рыбы р. Лены используются как акклиматизационный материал не только в пределах Якутии, но и в сопредельных областях и республиках. Так, искусственно оплодотворенная икра якутского стерлядевидного осетра ежегодно вывозится в Центральную Россию, где доинкубируется и распределяется по различным водоемам, включая и водоемы прибалтийских республик.

Река Яна расположена на границе Лено-Хатангской и Колымо-Индигирской подзон ледниковоморской провинции. Ее длина 906 км. Жесткий гидрологический режим р. Яны и ее локальное промерзание до дна определили состав и распределение гидробионтов, которые здесь представлены преимущественно холодолюбивыми видами. Имеет важное рыбопромысловое значение. Основой рыболовства являются полупроходные рыбы и особенно восточносибирская ряпушка; их вылов в 1978 г. составил 16,8% общего вылова полупроходных республики.

Река Индигирка — вторая по величине река Восточной Якутии. Ее протяженность 1790 км. По составу ихтиофауны резко отличается от рек Западной Якутии обитанием в ней пришельца из Аляски чукучана и отсутствием тайменя, тугуна, плотвы и язя. В настоящее время промыслом осваиваются преимущественно полупроходные рыбы, вылов которых в 1978 г. составил 20,0% общей добычи этих видов в водоемах Якутии. В отличие от других рек Якутии здесь наиболее четко выражены места нереста нельмы и омуля, что позволяет на ограниченных площадях собирать необходимое количество икры этих видов для рыбоводных целей.

Река Колыма расположена на восточной границе Якутской АССР. Ее верхнее течение и такие крупные правые притоки, как Омолон, Большой и Малый Анюй, протекают в Магаданской области. Общая длина р. Колымы 2600 км, в том числе в пределах Якутии — 800 км. Как по общей протяженности, так и по общему вылову рыбы она занимает второе место, а по вылову полупроходных рыб (16,6%) — четвертое место в республике. В ее верхнем течении завершается строительство ГЭС. Степень возможного влияния зарегулирования верхнего течения Колымы на ее нижние участки не уточнена, но возможное снижение уровня воды весной в нижнем течении на несколько сантиметров изолирует связь многих озер с рекой и тем самым сократит нагульную площадь для чира и отрицательно повлияет на состояние его численности.

Вилюйское водохранилище — первое крупное водохранилище в условиях вечной мерзлоты и резкого континентального климата.

Число озер и их площадь в Якутии

Площадь озер, га	Число озер	% от общего количества	Суммарная площадь, тыс. га	% от общей суммарной площади
1—90	697 945	98,43	3713,6	50,0
100—500	9,710	1,39	1949,0	26,4
600—990	696	0,11	507,8	6,9
1000—9990	483	0,069	1051,5	14,3
Свыше 10 000	10	0,001	177,5	2,4

Его площадь 2170 км². Длина береговой линии 2650 км. Объем водных масс 36 км³. Коэффициент водообмена 0,5, но в многоводные годы он может повышаться до 0,7. К весне в результате сработки сливной линзы площадь водохранилища сокращается на 25%, что отрицательно влияет на естественное воспроизводство сиговых. В настоящее время основными промысловыми рыбами в водохранилище служат щука и окунь.

Озера. В 1967 г. Гидрорыбпроект определил, что общее число озер в Якутской АССР площадью от 1 га и более составляет 708 844, их общая площадь — 7399,4 тыс. га. Из них 98,43% по количеству и 50,0% по площади характеризуются малой (до 100 га) площадью водного зеркала и глубинами до 2—3 м (таблица).

Основное количество озер сосредоточено в тундровой части Яно-Индигирской и Колымо-Индигирской низменностей, где степень озерности настолько велика, что, как пишет Н. А. Доронина, трудно судить, преобладает ли в районе суша или вода. Значительное количество озер расположено в лесотундровой зоне Индигирки и Колымы и в таежной зоне верховьев Индигирки на Сордонохском плато. Крупным озерным районом является Центрально-Якутская низменность, где озера приурочены к среднему и нижнему течению р. Вилюя и в меньшем количестве — к Лено-Амгинскому междуречью. Значительное количество озер встречается в бассейне р. Оленек (146 тыс. га) и р. Анабар (151 тыс. га), но здесь они не образуют компактной системы и невелики по площади, чаще менее 100 га. В горных районах озерность составляет около 0,1%.

В зонах тундры и лесотундры озера, как правило, соединены между собой, а в конечном итоге и с речными системами протоками или травяными речками, которые летом или осенью пересыхают, и озера оказываются изолированными. В Центрально-Якутской низменности озера преимущественно бессточные и пресноводные. Только некоторые из них (Кемпендяйские в бассейне р. Вилюя и Абалахские в бассейне р. Лены) являются высокоминерализованными.

По своему генезису озера Якутии подразделяются на термокарстовые, карстовые, пойменные, гляциогенные, тектонические, лагунные и лайды. Наиболее широко распространены термокарстовые озера. Они невелики и имеют круглую или овальную форму. Пре-

имущественно мелководные, со средней глубиной 2—3 м, но встречаются и глубиной до 15 м. Некоторые термокарстовые озера высыхают из-за истощения ископаемого льда и дефицита атмосферных осадков. Этот тип озер для однолетнего доращивания личинок рыб наиболее перспективен. В центральных районах Якутии термокарстовые озера заселены пелядью, карасем, озерным гольяном, реже — окунем и щукой. В северных районах такие озера заселены пелядью, ледниково-равнинным сигом и чиром. Особенно велико их значение в том, что они являются важным нагульным участком для чира.

Карстовые озера расположены в районах среднего течения рек Лены и Вилюя. Их биология не изучена.

Пойменные озера рассредоточены по всей территории Якутии, но наиболее многочисленны в поймах Лены, Вилюя, Алдана, Яны, Индигирки и Колымы. Обычно это небольшие по площади водоемы с глубинами до 5, реже до 10 м. Многие из них заселены карасем и озерным гольяном. В тех озерах, которые ежегодно заливаются полыми водами, наряду с озерными видами рыб встречаются озерно-речные рыбы. Береговая линия некоторых пойменных озер, особенно колымских, подвержена термокарстовым явлениям и в этом случае они переходят в разряд старично-термокарстовых озер.

Гляциогенные озера довольно велики по площади, с глубинами, превышающими 50 м, но малочисленны. Ихтиофауна представлена хариусом, ленком, гольцом, сигом, щукой и речным гольяном. Эти озера расположены в труднодоступных зонах и поэтому их рыбные запасы используются спорадически.

Тектонические озера, расположенные вдоль южной границы Якутии, изучены слабо, и их значение в рыбном хозяйстве, по-видимому, весьма ограниченно.

Лагунные озеровидные водоемы расположены на низменных берегах морей, омывающих Якутию. Особенно много таких водоемов на п-ове Маркушина стрелка. Их биология не изучалась.

Лайды — большие, мелководные самоспустившиеся озера или большие низменные участки, заливаемые водами весеннего половодья, широко распространенные в устьевых участках рек Восточной Якутии. Здесь происходит нагул нельмы, ряпушки, омуля, чира, сига и налима. Вместе с тем они служат своеобразным трамплином, от которого половозрелая часть популяций при снижении уровня воды начинает свою нерестовую миграцию вверх по реке.

ОБЗОР ПРОМЫСЛОВОЙ ИХТИОФАУНЫ ЯКУТИИ

Ихтиофауна водоемов Якутии представлена 15 семействами, включающими 31 род (54 формы вместе с видами, подвидами, племенами и расами). По экологическим показателям они делятся на морских, проходных, солоновато-водных полупроходных, речных, озерно-речных и озерных рыб. В процессе своего формирования фауна рыб в значительной степени пополнилась видами из водое-

мов соседних областей. Из р. Енисея в р. Лену проникли тугун, плотва и язь. Из бассейна р. Амура — пескарь, ленок и амурский гольян. Из р. Юкоп — сиг-валек и чукучан. Степень их хозяйственного значения различна. В настоящем обзоре приводятся сведения лишь о рыбах, имеющих наиболее важное промысловое значение как по количественным показателям их вылова, так и по их пищевым качествам.

Стерлядевидный осетр распространен во всех наиболее крупных реках Якутии, но промысловое значение он имеет только в бассейне р. Лены. Половозрелым становится на 16-м, в массе на 19-м году жизни. Индивидуальная абсолютная плодовитость колеблется от 33 000 до 310 000 икринок. Средняя рабочая плодовитость осетра, обитающего в водах Якутии, 40 000 икринок. Максимальное количество осетра (1899 ц) вылавливалось в 1943 г. Затем его запасы резко сократились и в настоящее время вылов не превышает 100 ц. В результате охранных мер, принятых Якутрыбводом, численность осетра в р. Лене заметно возрастает.

В последние годы осетр водоемов Якутии привлекает внимание Центрально-производственного акклиматизационного управления (ЦПАУ) как важный объект для рыбоводных целей. Начиная с 1969 г. ежегодно самолетом вывозится большое количество оплодотворенной икры этого вида. Объем работ характеризуется следующими показателями сбора икры осетра в тыс. шт.:

Год	Число икринок	Год	Число икринок	Год	Число икринок
1969	533	1973	689	1976	696
1970	590	1974	1099,1	1977	801,1
1971	142	1975	1072,6	1978	1078,8
1972	509				

Производителей отлавливали на правобережье р. Лены между пос. Натары и Джардан, инъецировали, икру искусственно оплодотворяли и самолетом отправляли для доинкубирования на Нарвский, Орловский и другие рыбоводные заводы. За пределами Якутии в благоприятных гидрологических условиях стерлядевидный осетр дал хорошие показатели роста и на 5-м году его масса составила около 3,8 кг [Бердичевский и др., 1979].

Пельма — одна из наиболее ценных промысловых рыб. Распространена во всех крупных реках Якутии, но ее численность в них в значительной степени определилась антропогенным прессом и ее биологической особенностью. Поздние сроки полового созревания пельмы, концентрация всех возрастных категорий на ограниченных дельтовых участках рек определяют повышенную ранимость этого вида от воздействия промысла. В реках Якутии представлена солоноватоводной полупроходной и туводной формации. Половой зрелости достигает на 13—15-м году жизни при промысловой длине тела 76 см и массе 5,7 кг. В зависимости от возраста и линейных размеров ее индивидуальная абсолютная плодовитость колеблется от 83 200 до 346 720 икринок.

Запасы нельмы находятся в напряженном состоянии, а в некоторых реках (например, в р. Яне) ее первоначальная численность может быть восстановлена только рыбоводными мероприятиями.

Муксун — важная промысловая рыба. Обитает в устьях всех крупных рек бассейнов моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, но наиболее многочислен в р. Лене, где представлен дельтовой и полупроходной экологическими формами. Основную часть жизни проводит в дельте и опресненных приморских участках. Осенью с сокращением речного стока и все увеличивающейся соленостью воды в участках, прилегающих к авандельте, муксун первым покидает приморские участки и концентрируется в дельтах рек.

Половозрелым становится на 9—10-м году жизни. Абсолютная плодовитость колеблется от 21 411 до 84 148 икринок. Инкубационный период оплодотворенной икры длится 130—180 дней. Выклев личинок и скат их в дельту происходит в период ледохода. В отличие от нельмы молодь муксуна в реке не задерживается.

Более чем 30-летний лов муксуна на местах выгула (в дельтах рек), где концентрируются все возрастные группы этого вида, заметно сократил численность муксуна.

Омуль встречается во всех реках, впадающих в моря, омывающие Якутию, но в одних реках (Анабар, Оленек, Омолой, Хрома и Алазея) он заходит лишь в дельтовые участки для нагула; другие же реки служат местом размножения, а их дельтовые участки — нагульной площадью.

В различных реках Якутии омуль достигает половой зрелости при различной длине тела и разном возрасте, но всюду в массе он становится половозрелым на 9-м году жизни. Абсолютная плодовитость — от 16 000 до 59 793 икринок. Основную часть жизни проводит в дельте и приморских участках, подверженных опресняющему действию речного стока. В летне-осеннее время широко использует кормовые возможности шельфов моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря. Для размножения поднимается в средние участки рек. После нереста сразу скатывается в дельту. В реке ни взрослые особи, ни сеголетки не задерживаются.

Служит не только важным объектом промысла, но используется и для рыбоводных целей. В высокопродуктивных озерах Центральной Якутии дает хорошие показатели роста и уже на 2-й год жизни достигает товарных размеров. Запасы омуля в реках Лена и Индигирка находятся в удовлетворительном состоянии и некоторая интенсификация его промысла здесь возможна при условии полного ограждения дельт от рыболовства. В р. Яне омуль должен быть отнесен к исчезающим видам.

Восточносибирская ряпушка Якутии представлена в водоемах полупроходной и озерной формами. Промысловое значение имеет только полупроходная ряпушка. Она становится половозрелой на 6—7-м году жизни. Ее абсолютная плодовитость колеблется в зависимости от возраста от 9357 до 108 191 икринок. Нерест проходит по открытой воде и подо льдом. Формирование нерестовых косяков происходит в устьях дельтовых проток и в авандельте.

Основными факторами, определяющими начало нерестовой миграции, служат физиологическое состояние популяции и температурный режим водоема. В более ранние сроки и выше по рекам поднимаются особи, имеющие наибольшие размерные показатели.

Важный промысловый объект, ресурсы которого в р. Лене используются не в полной мере. В Восточной Якутии значительная часть уловов ряпушки используется на подкормку пушным зверям и на содержание транспортных собак.

Чир в пределах Якутской АССР заселяет бассейны нижних течений всех рек, впадающих в моря, омывающие Якутию. Представлен двумя экологическими формами: генеративно- и трофически-речной и генеративно-речной, трофически-озерной. Речной чир основную часть жизни проводит в реке, а для нагула заходит в курьи, заливы и лайды. Озерно-речной чир, наоборот, большую часть жизни проводит в озерах, а для размножения выходит в реки. Он заселяет преимущественно озерные системы рек Лены. Яны, Хромы, Индигирки, Алазеи и Колымы, расположенные в зонах тундры, лесотундры и северной части зоны тайги, но наибольший удельный вес в промысле имеет в озерных системах Яно-Индигирского междуречья. Половозрелым становится на 7-м, в массе — на 8—9-м году жизни. Абсолютная плодовитость находится в прямой зависимости от возраста и колеблется от 15 515 до 123 945 икринок. Нерест обычно проходит подо льдом в реках, расположенных на северо-востоке Якутии, в середине октября, а в р. Вилюе, близ порогов Куччугуй Хана, в начале ноября.

Сиг-пыжьян в водоемах Якутии представлен тремя морфологически обособленными формами: ледниково-равнинным, восточносибирским и оленекским. Ледниково-равнинный сиг живет в бассейнах рек Хромы и Индигирки. Характеризуется хорошими показателями роста, повышенной упитанностью и наибольшей для этого вида абсолютной плодовитостью, которая колеблется от 19 823 до 96 981 икринок. Важный промысловый объект, биологические показатели которого позволяют рекомендовать его для рыбоводных целей.

Восточносибирский сиг расселен во всех основных реках Якутии. Половой зрелости достигает на 5—7-м году, в массе — на 8—9-м году жизни. Абсолютная плодовитость в различных водоемах различна и колеблется от 2500 до 37 780 икринок. Наиболее многочислен в бассейне р. Колымы, где составляет третью часть общего вылова сиговых.

Пелядь широко распространена во всех субарктических озерах Якутии, но наибольшее промысловое значение приобретает в бассейне р. Колымы, где ее товарный вылов в 1978 г. составил 86,0% от общего вылова республики. Длительное рыболовство на одних и тех же водоемах при повышенной интенсификации промысла значительно изменило возрастную структуру стада в сторону омоложения.

Половозрелой становится на 4-м году жизни, но в зависимости от условий обитания половозрелость может наступать в более ран-

ние или более поздние сроки. По наблюдению Д. Л. Венглинского, в оз. Ожогино (бассейн р. Индигирки) плодовитость пеляди колебалась от 39 567 до 120 640 и в среднем составляла 67 327 икринок. Нерест начинается в сентябре и завершается в декабре. В последние годы икра пеляди собирается для рыбоводных целей.

Прочие промысловые рыбы представлены речными, озерно-речными и озерными экологическими группами. Промысловые ресурсы этих рыб до сих пор используются чрезвычайно слабо. Из туводных рыб наиболее распространенными являются щука, сибирская плотва, сибирский елец, якутский карась, азиатский налим и окунь. Из перечисленных видов наиболее важное значение в современном промысле имеет якутский карась, широко распространенный в озерах Центральной Якутии и в меньшей степени в озерах бассейнов рек Индигирки, Алазеи и Колымы. В бассейне р. Яны карась акклиматизирован недавно и пока еще не имеет промыслового значения.

Кроме отмеченных наиболее важных промысловых видов, в водоемах Якутии обитают такие ценные, хотя и малочисленные виды рыб, как таймень, ленок, голец, тугун, сиг-валёк и язь. Их вовлечение в хозяйственный оборот повысит рентабельность рыболовства.

СОСТОЯНИЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ

С первых лет организации централизованного управления рыболовства в Якутской АССР (1924 г.) и особенно с момента организации Якутгосрыбтреста (1939 г.) промысел рыбы базируется на вылове полупроходных (нельмы, ряпушки, омуля и муксуна), озерно-речных (чира и сига) и озерных рыб (пеляди и карася). Особенно интенсивному облову подверглись популяции полупроходных рыб как на основных миграционных путях, так и на местах их нагула — в дельтах рек, что и определило современное состояние запасов, возрастную структуру популяций и динамику численности.

Начавшееся еще в годы Великой Отечественной войны и продолжающееся до сих пор снижение численности полупроходных рыб произошло и происходит по следующим основным причинам: промысел проводился без соблюдения научных основ рыболовства и при этом совершенно не учитывалась исключительная уязвимость запасов этих видов рыб от чрезмерной промысловой нагрузки.

Несоблюдение научных основ рыболовства прежде всего заключалось в том, что наиболее интенсивный лов проводился в дельтах рек Лены, Яны, Индигирки и Колымы, являющихся основным местом осенне-зимнего нагула и концентрации популяций полупроходных рыб всех возрастных групп. В связи с этим как в неводных, так и в сетных уловах преобладали неполовозрелые особи нельмы, муксуна и омуля. Изъятие из популяций неполовозрелых и впервые нерестующих особей и привело к сокращению числен-

ности этих важных промысловых видов. Так, за последние 30 лет в р. Лене запасы нельмы сократились в 8 раз, а запасы муксуна — более чем в 30 раз. Однако, несмотря на создавшуюся напряженную ситуацию с запасами нельмы и муксуна, их промысловый лов в дельте продолжается. По заключению О. В. Халатян [1979] и О. В. Халатян, Р. А. Ризванова [1979], больше половины общего вылова муксуна берется в дельте Лены, где прилов его неполовозрелой части составляет 80—90%.

В столь же напряженном состоянии оказались запасы полупроходных рыб (исключая ряпушку) и в реках Восточной Якутии. В р. Индигирке сокращение численности нельмы и муксуна происходит не только за счет их вылова в дельте, но и в авандельте, особенно в Гусиной губе, которая служит местом нагула преимущественно неполовозрелой части популяции этих видов.

Что касается озерно-речных и озерных популяций сиговых, то их запасы в целом находятся в удовлетворительном состоянии, а в отдельных озерах они даже вообще не затронуты промыслом. Примером этому может служить озерная система Сордонпохского плато и многие озера Колымо-Индигирского междуречья, Яно-Индигирской низменности и озера Центральной Якутии. Таким образом, колоссальная озерная система Якутской АССР является важным резервом возможного увеличения вылова рыбы, так как ее рыбные запасы значительно превышают запасы рыб в речных системах.

Другим важным резервом рыболовства являются участки среднего и нижнего течения рек, где запасы речных и озерно-речных рыб (мелкого и крупного частика) используются чрезвычайно слабо. Только в бассейне р. Лéны, без Вилюйского водохранилища, вылов щуки и окуня может быть увеличен в 3 раза, а ельца и плотвы — в 4 раза, и это может быть осуществлено в первую очередь за счет освоения запасов туводных рыб на участке Нижней Лены от устья р. Вилюя до устья р. Патары.

В Вилюйском водохранилище в настоящее время основными видами, определяющими состояние промысла, являются щука и окунь. Второстепенными промысловыми объектами являются тугун, сиг-пыжьян, елец, плотва и налим. Основное же промысловое усилие с момента возникновения водохранилища было направлено преимущественно на вылов щуки, что привело к заметному омоложению и сокращению численности ее стада. Особенно сильно повлиял на состояние запасов ее промысловый и любительский лов щуки в весенний нерестовый период. Что касается окуня, то его запасы промыслом затронуты весьма слабо, так как длительное время специального лова на него не было и изымалась лишь незначительная часть его скоплений в виде случайного прилова в сетных порядках, выставленных на щуку. И только в 1978 г. в связи с сокращением численности щуки был организован специальный лов окуня ставными сетями и вентерами. В настоящее время для того чтобы в какой-то степени восстановить нарушенное экологическое равновесие в водохранилище и более рационально

использовать его рыбные запасы, необходимо минимум в 2 раза увеличить вылов окуня.

Из изложенного видно, что неравномерное распределение промысловой нагрузки на отдельные экологические группы рыб или на отдельные их виды оказало отрицательное влияние на численность полупроходных рыб, запасы же речных, озерно-речных и озерных рыб используются слабо. Степень использования рыбопромысловых запасов в Якутии обусловлена хозяйственными и организационными особенностями, но решающим является труднодоступность большинства озер. Достаточно полное использование промысловых запасов и доведение объема вылова до 160 тыс. ц возможно лишь при значительном укреплении и перестройке материально-технической базы рыбной промышленности и дополнительном снабжении рыбопромысловой техникой совхозов Министерства сельского хозяйства Якутской АССР. При осуществлении этих мероприятий и соблюдении научных основ рыболовства вылов рыбы за счет естественных ресурсов может достичь максимального уровня. Дальнейший рост объема вылова рыбы будет осуществляться за счет рыбоводных мероприятий в реках, озерах и водохранилищах.

ЛИТЕРАТУРА

Аверина И. М., Агапитов В. Г., Доронина Н. А. и др. Северная Якутия.— Тр. АНИИ ГУСМП, 1962, т. 236, с. 193—235.

Бердичевский Л. С., Соколов Л. И., Малютин В. С., Смольянов И. И. Сибирский осетр р. Лены как ценнейший объект товарного осетроводства и акклиматизации во внутренних водоемах СССР.— В кн.: Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. М.: Наука, 1979, с. 74—80.

Дрягин П. А. Рыбные ресурсы Якутии.— Тр. СОПС АН СССР: Якутская АССР, 1933, вып. 5.

Кириллов Ф. Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 360 с.

Кириллов Ф. Н., Кириллов А. Ф., Лабутина Т. М. Биология Вилюйского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1979. 270 с.

Кожевников Г. П. Биология и промысел омуля в северных реках Сибири. Главсибрыбпром, 1948.

Линдберг Г. У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Л.: Наука, 1972. 548 с.

Михин В. С. Ряпушка р. Яны.— Изв. ВНИОРХ, 1955, т. 35, с. 129—140.

Пирожников П. Л. Полупроходные рыбы и речной сток.— Изв. ТИНРО, 1949, т. 29, вып. 2.

Пирожников А. Л. Материалы по биологии промысловых рыб р. Лены.— Изв. ВНИОРХ, 1955, т. 35, с. 61—128.

Халатян О. В. Распределение сиговых р. Лены на местах зимнего нагула и пути рационального использования их запасов.— В кн.: Исследование биологических ресурсов в Якутии. 1979, с. 89—93.

Халатян О. В., Ризванов Р. А. Основы рационального использования полупроходных рыб бассейна Лены.— В кн.: Исследование биологических ресурсов в Якутии. 1979, с. 74—77.

Хмызников П. К. О размыве берегов в море Лаптевых.— В кн.: Северный морской путь. М.: Главсевморпуть, 1937, вып. 7.

Чистяков Г. Е. Водные ресурсы рек Якутии. М.: Наука, 1964. 255 с.

УДК 577.472

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ КАМЧАТКИ

И. И. КУРЕНКОВ

Камчатка — крупнейший в СССР, да и во всей Евразии, регион, где осуществляется воспроизводство и ведется промысел тихоокеанских лососей. Несмотря на то что в последние годы здесь повышается значение сельского хозяйства, лесных и горнорудных разработок, рыбная промышленность с сетью вспомогательных служб продолжает занимать более 80% общего объема народного хозяйства области.

Географически Камчатку обычно рассматривают как полуостров, северная граница которого проходит через перешеек.

Поскольку, однако, прилегающая с севера к перешейку определенная часть суши — Коряцкое нагорье[1] — также имеет много водоемов, где воспроизводятся значительные по численности стада лососей и пресноводных рыб, в нашем случае целесообразно рассматривать регион в границах современной Камчатской области, которая включает на северо-западе бассейн р. Пенжины, а на северо-востоке бассейны относительно небольших рек, впадающих в Берингово море со стороны Олюторского хребта. В целом же территория области лежит между широтами Архангельска и Киева, но в значительно более суровых климатических условиях, которые определяются близостью холодных морей. В пределах области насчитывается 140 тыс. рек длиной 1 км и более, 95% этого количества — реки до 10 км. Наибольшую протяженность имеют реки Камчатка (758 км), Пенжина (713 км), Таловка (452 км), Парень (310 км), Белая (304 км). Общая длина рек около 350 000 км, большинство из них горные, в верховьях протекают в узких долинах, часто образуя пороги и водопады. По выходе из предгорий реки выносят большое количество аллювия. Здесь же происходит наиболее значительная разгрузка грунтовых вод. Именно к этим районам приурочены основные нерестилища лососей. При выходе к морскому побережью русла рек под влиянием волноприбойной деятельности моря обычно отклоняются от основного направления и на значительном расстоянии текут вдоль побережья, отделенные от моря береговыми валами. Здесь обычно образуется много стариц и лагунных озер.

Гидрологические особенности большинства рек Камчатки весьма своеобразны, что является следствием климатической специфики полуострова; прежде всего относительного обилия осадков, а также хорошей водоаккумулирующей способности грунтов, в большинстве случаев вулканогенных пород или аллювия. Все это

---

[1] В написании слова «Коряцкое», а не «Корякское» мы следуем Л. А. Портенко и др. [1963].

определяет исключительно высокие модули стока (на юго-востоке полуострова они нередко превышают 60 л/сек · км²) и высокую внутригодовую зарегулированность стока рек. Избыточное увлажнение определяет и степень минерализации речных вод. Все они относятся к гидрокарбонатному классу и отличаются малой минерализацией (обычно менее 200 мг/л).

В области более 100 тыс. озер, генезис их чрезвычайно разнообразен. Вероятно, здесь можно найти почти любой тип озера из когда-либо предлагавшихся схем, кроме, разумеется, озер аридных областей. В первом приближении все озера можно разделить на три условные группы: приморские — в той или иной степени находящиеся в связи с морем и обычно осолоненные; озера равнин и предгорий (примерно до отметки 1000 м над уровнем моря) и горные, находящиеся на больших высотах.

Большинство приморских озер имеет лагунное происхождение. Их суммарная акватория больше, чем озер других групп, и равна примерно четверти акватории всего озерного фонда области. Крупнейший водоем такого типа не только на Камчатке, но и на всем северо-востоке Азии — оз. Нерпичье близ устья р. Камчатки (550 км²). Другие приморские озера значительно меньше.

Среди озер равнин и предгорий на первом месте по количеству и по общей акватории стоят небольшие блюдцеобразные озера тундр, особенно многочисленные на низменной равнине западной части полуострова. Меньше распространены озера, частично или полностью врезанные в предгорные возвышенности. Часто они имеют вулканогенное происхождение и их рыбохозяйственное значение велико. К ним примыкают озера ледникового происхождения, особенно многочисленные в Корякском нагорье. Горные озера — плотинные, кальдерные и каровые — невелики и в большинстве лишены рыбы.

По морфологии и гидрологическому режимам озера Камчатки очень разнообразны. Некоторые из них — кальдерные и ледниковые — достигают глубины 100—150 м (оз. Курильское — 308 м), лагунные — 5—10 м, тундровые и пойменные — обычно менее 5 м. Температура воды в эпилимнионе глубоких озер может летом достигать 15—20°, в гиполимнионе круглый год она обычно не выше 4—6° Пойменные озера в долине р. Камчатки иногда прогреваются до 25° и даже выше. Режим приморских озер более стабилен (10—12°). Частые и сильные штормы обычно выравнивают в них температуру и соленость по всей толще. Вода в большинстве озер слабоминерализована, относится к гидрокарбонатному классу, минеральный остаток 100—150 мг/л, в тундровых озерах гумифицирована.

На полуострове распространены геотермальные водоемы в виде теплых и горячих ключей и небольших озер. Значения для воспроизводства рыб они практически не имеют, но могут быть использованы в аквакультуре.

Фитопланктон в озерах представлен преимущественно диатомовыми, главным образом Melosira italica subarctica, Asterionella

formosa, несколькими видами Synedra, иногда Stephanodiscus astraea. Синезеленые развиваются в июле — августе в мелководных озерах, заливах глубоководных озер. Наиболее распространены Anabaena, spiroides, Oscillatoria sp.

Для водных беспозвоночных Камчатки характерна относительная видовая бедность. Инвентаризация фауны (она еще далеко не закончена) выявила 514 видов, из них олигохет — 37, коловраток — 60, моллюсков — 35, кладоцер — 34, копепод — 38, высших ракообразных — 19, насекомых — 236.

Количественные показатели численности и биомассы бентоса ключей, ручьев и рек в верхних, средних и нижних течениях могут значительно различаться [Куренков, 1964; Леванидова, Кохменко, 1970; Леванидов и др., 1978а, б]. Наибольшие биомассы отмечены в реокренах (обычно 30—40 г/м², иногда 100 г/м² и более) и верховьях рек, наименьшие — в нижнем течении равнинных участков (2—10 г/м²), в среднем же большинство рек по биомассе бентоса (10—15 г/м²) не уступает рекам более южных районов — бассейну Амура и Южного Приморья.

В реках с каменистым и галечным грунтом преобладают потамофильные личинки ручейников (Arctopsyche ladogensis, Brachycentrum subnubilis, Olygoplectrodes potanini), реже — поденок Ephemerella triacantha, E. aurivillii и хирономид, в основном Orthocladiinae; практически все компоненты речного бентоса доступны питающейся молоди лососей.

Весьма однообразен и небогат состав пелагических ракообразных в пресных озерах. Для большинства из них, имеющих глубины более 15 м, обычен комплекс Cyclops scutifer, Neutrodiaptomus angustilobus, Daphnia longiremis, причем первые два вида активны круглогодично, что дает возможность нормального круглогодичного откорма рыбам-планктофагам, прежде всего молоди нерки. В менее глубоких озерах чаще всего обитает коплекс Mesocyclops leuckarti, Cyclops kolensis, один из видов дафний (D. longispina, D. cucullata, D. cristata). Эти виды осенью выпадают из пелагиали.

Рыбы-планктофаги в таких озерах отсутствуют или вынуждены переходить зимой на питание бентосом.

Более богат качественно планктон пойменных озер долины р. Камчатки (более 20 видов), однако количественно он беднее благодаря паводкам, проходящим здесь в июне-июле и интенсивно промывающим эти озера.

В солоноватых озерах ведущей формой зоопланктона является каланоида Eurytemora kurenkovi. В озерах, более осолоненных добавляются Tachidius discipes, Tortanus discaudatus, Acartia clausi, Podon leuckarti и личинки полихет спионид. Максимум развития зоопланктона в пресных озерах — июль-август, в солоноватых — август-сентябрь. Невысока обычно биомасса кормового зоопланктона — 0,3—0,7 г/м³.

В составе бентоса озер практически отсутствуют организмы, не пригодные для питания рыб-бентофагов (кроме, разве, анодонты). В большинстве случаев это личинки мелких и крупных хирономид

(20—30%), мелкие моллюски, но большей части сфереиды (50—60%), олигохеты (5—10%), а также амфиподы, личинки поденок и веснянок. По величине биомассы бентоса эти озера богаче близких по типу озер Северо-Запада европейской части СССР, что в значительной степени объясняется отсутствием на полуострове типичных рыб-бентофагов. В озерах средних глубин обычны биомассы 20—30 г/м² с годовой продукцией около 100 г/м² [Леванидова, Леванидов, 1972], а в мелких, в особенности пойменных озерах долины р. Камчатки значительно выше. Так, в оз. Харчинском 2700 га), Курарочном (1600 га), Кобылкином (1500 га) и множестве других меньшего размера отмечены биомассы 100—200 г/м² (без учета анодонты). В реликтовых приморских озерах в бентосе, кроме личинок хирономид, обычны такие галобии, как Neomysis intermadia, кумацея Lamprops korroensis и бокоплавы. Средняя биомасса бентоса Нерпичьего озера несколько более 40 г/м².

Ихтиокомплекс рек и озер полуострова также очень небогат видами и представлен проходными рыбами или их пресноводными дериватами [Куренков, 1965]. Здесь обитают все шесть видов тихоокеанских лососей — кета, горбуша, красная, кижуч, чавыча и сима (последняя очень малочисленна). В некоторых предгорных озерах отмечены отдельные популяции жилой красной (кокани), а в лагунных озерах — жилого кижуча. Благородные лососи представлены проходной камчатской семгой и ее пресноводной формой — микижей. Широко распространены два вида рода Salvelinus — мальма и кунджа, первая часто образует жилые формы. К проходным рыбам принадлежат также два вида миног, трех- и девятииглые колюшки, малоротая и зубатая корюшки. В солоноватых водах обитают звездчатая камбала, тихоокеанская сельдь (в озерах Нерпичьем, Калыгирь и некоторых других) и навага.

Чисто пресноводные виды на собственно полуострове практически отсутствуют, что объясняется сравнительно недавним (в послеледниковую эпоху) присоединением Камчатки к материку и наличием трудно преодолимых для рыб перевалов между бассейнами рек полуострова, текущих, к тому же, преимущественно в широтном направлении. На территории Корякского нагорья, в бассейне р. Пенжины и на побережье Карагинского залива обитают гольян, налим, щука, пестроногий подкаменщик, сиг-валёк, ряпушка и хариус. Последний проник по побережью пролива Литке до бассейна р. Камчатки и оттуда через заболоченный перевал в бассейн р. Большой. Практически это единственный пресноводный вид на территории полуострова, если не считать серебряного карася, амурского сазана и обской стерляди, интродуцированных в р. Камчатку в последние десятилетия.

Основу сырьевой базы местной рыбной промышленности составляют морские виды рыб, но особую роль играет на Камчатке промысел тихоокеанских лососей. Именно на этом виде промысла выросла, окрепла и развилась мощная современная рыбная промышленность. Несмотря на то что доля лососей в общей добыче рыб

в Камчатском промысловом бассейне составляет менее 10%, в экономическом отношении значение ее очень велико.

Лососи промышляются в основном близ устьев наиболее крупных рек, в основном ставными морскими неводами. В реках и озерах вылов лососей разрешен только коренному местному населению и в ограниченном количестве. Вылов других видов рыб в общем ничтожен главным образом из-за малой населенности внутренних районов области, малой численности жилых видов рыб и относительной сложностью их добычи по сравнению с добычей лососей. Добываются главным образом гольцы, а в наиболее густонаселенном районе (долина р. Камчатки), кроме того, серебряный карась. Вылов других видов рыб, особенно на севере области, практически учету не поддается и очень невелик.

Отсутствие жилых видов рыб во внутренних водоемах Камчатки, казалось бы, открывает широкие возможности для увеличения рыбопродуктивности этих водоемов путем акклиматизационных мероприятий. Однако после неоднократных совещаний специалистов было решено, что интродукция большинства видов, даже весьма продуктивных и высокоценных туводных рыб, непременно создаст условия, которые существенно повредят основному направлению развития области — ее лососевому хозяйству. Это соображение было закреплено решением пленума Ихтиологической комиссии в в 1978 г.

Нельзя не согласиться с В. Я. Леванидовым [1970], что «по природным условиям Камчатка — идеальный и неповторимый питомник для тихоокеанских лососей... те громадные стада лососей, которыми славилась Камчатка, не могли возникнуть в другом районе Советского Союза и не могут быть искусственно созданы там».

Промысловая продуктивность водоемов Камчатки по сравнению с внутренними водоемами континентальной части СССР чрезвычайно высока. Как известно, показатель продуктивности для большинства рек Сибири и Европы обычно колеблется в пределах 4—30 кг/км² бассейна рек, а озер — до 40 кг/га их акватории. Самое продуктивное внутреннее море — Азовское — в прошлом давало около 70 кг/га. Такое рыбоводное хозяйство, как рыбхоз «Казанский» Тюменской области,— до 150 кг/га.

Обратимся к соответствующим показателям для водоемов Камчатки. Для этого, во-первых, следует помнить, что основу вылова здесь составляет горбуша, которая имеет двухлетний экологический цикл. Это определяет общие высокие уловы лососей в нечетные годы и пониженные уловы в четные годы. Во-вторых, необходимо иметь в виду, что в последние 20 лет запасы тихоокеанских лососей находились в глубокой депрессии из-за их перелова в море, о чем будет сказано ниже. Так, в 1972 г., когда вылов лососей на Камчатке был аномально низким для всей истории лососевого промысла, средний показатель промысловой продуктивности для Камчатской области в целом составил 16 кг/км², в среднем же за период с 1940 по 1979 г.— 64 кг/км². В этот расчет не включен

вылов лососей из камчатских стад японским промыслом, который превышал отечественный в 2—2,5 раза. В 1943—1953 гг., когда японский промысел практически отсутствовал (этот период наиболее целесообразно брать для расчетов), продуктивность составляла 100 кг/км^2. В некоторые нечетные годы она была значительно выше: в 1949 г.— 250 кг/км^2, а в 1951 г.— почти 300 кг/км^2. В эти урожайные годы некоторые, преимущественно горбушевые, реки имели значительно более высокие показатели: р. Ича — 1350 кг/км^2, Большая — 1500, Крутогорово — 8200, Воровская — 15 200 кг/км^2.

То же можно сказать об озерах, где воспроизводится такой ценный лосось, как красная. Так, стадо красной, воспроизводящееся в оз. Курильском (акватория 76 км^2), в лучшие годы давало промысловую отдачу до 10 тыс. т (1300 кг/га), в некоторых небольших озерах продуктивность была еще выше, например, в оз. Дальнем — до 2500 кг/га, т. е. в сотни, а то и в тысячи раз больше, чем в водоемах многих других регионов, в несколько раз выше, чем в рыбхозах Тюменской области, и на уровне средней продуктивности товарных хозяйств Министерства рыбного хозяйства РСФСР. (1050 кг/га).

Причины таких высоких показателей следующие.

1. Благоприятные условия нереста и инкубации икры лососей: большие площади грунтов, пригодных для нереста, обильный грунтовый сток, высокий снеговой покров, предохраняющий нерестилища от промерзания.

2. Относительно высокая естественная продуктивность, которая в основном направлена на становление стад покатной молоди лососей. Так, в оз. Дальнем [Крогиус, 1969] биомасса покатной молоди красной в 1937—1946 гг. 31 кг/га — уровень высокой продуктивности европейских озер. Продуктивному использованию кормовых ресурсов молодью лососей способствует относительно слабая напряженность межвидовых трофических отношений, поскольку видовой состав жилых рыб ограничен, а их абсолютная численность в большинстве случаев невелика. Как высокую степень адаптации популяций тихоокеанских лососей в этом направлении следует рассматривать прекращение питания взрослых лососей при вхождении их в пресные воды на нерест, благодаря чему кормовые ресурсы водоема расходуются только на обеспечение роста молоди. Более того, трупы отнерестовавших лососей являются хорошим органическим удобрением, поступающим в выростной водоем извне и порой значительно повышающим естественную продуктивность водоема [Крохин, 1967].

3. Исключительно высокая интенсивность роста скатившейся в море молоди, использующей богатые кормовые ресурсы океана. Например, горбуша за 15 месяцев пребывания в море приобретает массу 1—1,5 кг, а кижуч примерно за тот же срок — 3—5 кг. Еще выше темп роста чавычи, вырастающей за 4—5 лет пребывания в море в среднем до 10, а иногда до 30—40 кг.

Таким образом, высокий рыбохозяйственный эффект в каждом

цикле воспроизводства лососей прежде всего зависит от условий, сложившихся в его первой, пресноводной и эстуарной фазах. Условия морского нагула в большинстве случаев более стабильны.

Условия успешной выживаемости икры в грунте определяются в основном климатическими факторами, которые, как известно, подвержены изменениям и связаны с периодами солнечной активности [Бирман, 1969]. В истории лососевого хозяйства Камчатки климатические экстремумы нередко сводили численность отдельных локальных стад лососей к минимуму, но с возвращением норм эти стада быстро восстанавливались. Однако в годы перепромысла экологическое равновесие было серьезно нарушено и в состоянии запасов наступила длительная депрессия (табл. 1). Восстановление прежней численности стад началось лишь после существенного ограничения японского промысла, что произошло в результате деятельности Советско-Японской комиссии по рыболовству в северо-западной части Тихого океана [Куренков, 1974, 1977 а, б] и установления конвенции о шельфе. Недоход лососей в эти годы имел и другие отрицательные последствия, в частности он сократил вместе с лососями поступление в пресные воды биогенов, чем снизил и их продуктивность. Произошло редкое в наши годы явление, когда антропические факторы привели к олиготрофикации внутренних водоемов.

Нерестилища лососей разбросаны по всей территории Камчатской области. Их площадь, определенная в результате многолетних обследований с суши и с воздуха, характеризует табл. 2 [Остроумов, 1975]. Примерно три четверти этих площадей занимает горбуша, около 20% — кета, 7% — красная и менее 1% — чавыча. А. Г. Остроумов считает, что в годы нормального заполнения нерестилищ (1934—1956 гг.) средняя продуктивность нерестилищ[1] составляла 3,8 т/га. В годы перелова этот показатель снизился в 3 раза, а в последние годы в связи с начавшимся восстановлением запасов камчатской горбуши вновь начал постепенно повышаться.

Для правильного ведения лососевого хозяйства чрезвычайно важно иметь представление об оптимальной численности пропуска лососей на нерестилища. А. Г Остроумов [1975] на основании собственных наблюдений считает таким оптимумом для горбуши 140—150 млн. рыб, кеты — 15, красной — 10—15, кижуча — 4—6, чавычи — 0,5--1,0 млн. рыб. Высокая численность рыб-производителей не только обеспечивает большое количество заложенной на инкубацию икры, но также способствует мелиорации нерестилищ: вследствие активного перекапывания нерестилищ рыбами-производителями снижается степень заиления и зарастания, а водоснабжение нерестилищ грунтовыми и подрусловыми водами улучшается.

Обеспечение хорошего заполнения нерестилищ может осуществляться путем соответствующего регулирования промыслового изъятия лососей при их подходах к устьям рек. В свою очередь

---

[1] Термин условный. Под ним понимается вся ихтиомасса лососей, добытых в море и у побережья, отнесенная к акватории нерестовых участков.

ТАБЛИЦА 1. Вылов лососевых и карася на Камчатке в 1965—1979 гг. (в тыс. т)

Вид	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Горбуша	17,3	5,2	17,4	2,2	15,3	5,7	14,2	2,2
Кета	3,2	3.0	3,1	1,2	1,5	2,1	0,9	0,9
Красная	4,2	3,7	3.0	2,2	1,6	4.5	2,3	1,0
Кижуч	2,9	3.3	3,6	3,2	3,3	4,6	4,4	1,9
Чавыча	1,1	1,0	0,9	0,8	1,2	1,4	2,0	2,2
Всего тихоокеанских лососей	28,7	16,1	28,0	9,6	22,9	18,3	23,8	8,1
Голец	1,27	0,98	1,0	1,0	0,92	0,78	1,02	1,0
Прочие лососи	0,06	0,07	0,63	0,12	0,05	0,07	0,04	0,50
Карась	0,23	0,37	0,26	0,12	0,08	0,09	0,09	0,07

Вид	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Горбуша	9,6	5,7	13,4	11,9	45,1	16,5	66,5
Кета	1,2	1,1	1,1	1,4	1,5	5,7	8,1
Красная	1,7	1,1	1,5	1,1	1,9	3,4	28,8
Кижуч	2,1	3,9	3,5	3,6	3,9	2,3	4,1
Чавыча	2,2	1,8	2,2	1,9	3,2	2,9	2,4
Всего тихоокеанских лососей	16,8	13,5	43,1	19,9	57,8	30,7	83,0
Голец	1,05	1,4	0,9	1,9	1,2	2,9	1,9
Прочие лососи	0,09	0,07	0,14	0,11	0,07	0,43	1,2
Карась	0,08	0,05	0,05	0,16	0,18	0,06	0,014

такое регулирование возможно на основании точного прогнозирования подходов лососей по бассейнам рек и соответствующим размещением промысловых усилий. Кроме того, в период путины во многих случаях возможно оперативное управление промыслом на основании данных по проходу лососей в реки, полученных при наблюдениях с воздуха.

В годы, когда японский флот изымал большую часть запасов лососей, во избежание полного подрыва численности ряда локальных стад приходилось идти на односторонние запреты промысла, весьма болезненные для местной промышленности и колхозов, но, как показала практика, в целом себя оправдавшие.

Нерестилища лососей в области мало пострадали от деятельности человека. Только в долине р. Камчатки в 30-е годы вслед-

ТАБЛИЦА 2. Площадь нерестилищ тихоокеанских лососей в Камчатской области (в млн./м²)

Тип водоема	Камчатский полуостров			Корякское нагорье	Всего
	западное побережье	восточное побережье	Итого		
Реки	109—136	41—49	150—186	27—46	177—232
Ключи	10—12	8—10	18—22	2—3	20—25
Озера	0,9—1,0	0,75—0,85	1,65—1,85	0,8—0,9	2,45—2,75
Всего (округленно)	120—150	50—60	170—210	30—50	200—260

ствие необдуманного проведения лесоразработок и лесосплава было уничтожено несколько крупных нерестилищ. В дальнейшем были приняты серьезные меры по охране воспроизводства, в частности, вдоль всех нерестовых рек были введены лесные водоохранные полосы шириной 1 км. К сожалению, нередко раздаются далеко не всегда обоснованные голоса со стороны лесозаготовителей о сокращении ширины этих полос. Нет сомнения, что в этом случае нерестилища пострадали бы не только от ухудшения гидрологического режима в бассейне рек, но и от непосредственного контакта лесозаготовителей с рекой.

Лесосплав в настоящее время ведется только в русле самой р. Камчатки, в нижнем ее течении, где нерестилища отсутствуют. Учитывая высокую требовательность лососей к чистоте воды, размещение промышленных объектов находится под строгим рыбохозяйственным контролем. В этом отношении заслуживает внимания предложение ряда ученых о превращении Камчатки в зону строгого природоохранительного режима типа национального парка [Лагунов, 1976].

Помимо природоохранительных мер, которые требуют незначительного вложения средств и экономически наиболее выгодны для лососевого хозяйства в местных условиях, предлагаются различные формы интенсификации естественного воспроизводства. Среди них — расширение нерестово-вырастного фонда путем приобщения к нему водоемов, по тем или иным причинам недоступным в настоящее время для лососей. Таков, например, проект рыбохозяйственного освоения крупнейшего пресного озера — Кроноцкого, где путем гидротехнической мелиорации порожистой реки, связывающей озеро с океаном, можно получить крупнейшее в Азии стадо красной с ежегодной промысловой отдачей 10 тыс. т [Крохин, Куренков, 1964; Куренков, 1978]. Весьма перспективны исследования по применению химических удобрений красничьих озер, начатые Камчатским отделением ТИНРО. Такие эксперименты успешно были применены канадскими учеными на североамериканских озерах. Удобрения значительно повышают уровень первичной продукции, в данном случае главным образом Melosira, являющейся

основным кормом циклопа C. scutifer — важнейшего кормового объекта молоди красной. Связь же между обеспеченностью молоди лососей пищей и их выживаемостью в пресноводную фазу жизни прослеживается весьма отчетливо [Крогиус, 1961; Леванидов, 1969]. Имеются примеры, когда вулканический пеплопад при извержении местных вулканов приводит к естественному удобрению озер, в результате чего возникала продукционная волна, четко прослеживающаяся на всех трех трофических уровнях вплоть до обильного возврата красной в родной водоем [Куренков, 1975].

В дальнейшем развитии лососевого хозяйства Камчатки предусматривается расширение мероприятий по искусственному воспроизводству. В настоящее время в области действует лишь один рыбоводный завод в среднем течении р. Камчатки, построенный еще в 1928 г. и значительно устаревший. В ближайшие годы намечено построить шесть новых заводов, оборудованных с учетом последних достижений отечественного и зарубежного рыбоводного опыта.

В последние годы проводятся успешные опыты по акселерированному выращиванию лососей на геотермальных водах [Басов, 1978]. Намечено создание экспериментально-промышленного комплекса по подращиванию кижуча, чавычи и микижи. Последняя является азиатским аналогом американской радужной форели, и ввод ее в культуру весьма перспективен.

Возможно, комплексное развитие лососевого хозяйства Дальнего Востока, предусматривающего восстановление подорванных промыслом стад (изолятов) с учетом применения на практике теории популяционного гомеостаза, может определить промысловое изъятие из природных популяций до 30—350 и от искусственно воспроизводимых — до 200 тыс. т лососей [Коновалов, 1979]. Есть все основания считать, что Камчатка явится в этом случае ведущим районом в северо-западной части Тихого океана.

Что же касается обогащения внутренних водоемов полуострова другими видами рыб, то к таким мероприятиям, как уже говорилось, следует подходить с большой осторожностью. Единственной возможностью в этом отношении, по нашему мнению, могут явиться теплолюбивые виды рыб. Это доказывается удачным результатом интродукции серебряного карася из Приморья (р. Седанка) в пойменные озера бассейна р. Камчатки в 1930 г. [Лагунов, 1939]. Экологические ниши вселенца и молоди лососей перекрываются очень слабо [Куренков, 1954]. Несмотря на меры по искусственному расселению карася по водоемам полуострова, он достиг значительной численности только в наиболее прогреваемых и богатых кормовым бентосом озерах, расположенных у северного подножия Ключевского вулканического массива. Становление стада камчатского карася шло по классической схеме Л. А. Зенкевича: в конце 30-х годов стал попадаться в уловах, в 60-х наблюдался максимум его численности, когда вылов достигал 250—370 т, а в 70-х уловы снизились до среднего уровня около 100 т (см. таб. 1).

Несмотря на небольшие запасы карася, его промысел сыграл немалую роль в экономике населения долины р. Камчатки.

Успешная акклиматизация карася позволила запланировать интродукцию в те же водоемы амурского сазана [Куренков, 1953, 1978] — рыбы еще более теплолюбивой, способной использовать инфауну бентоса озер. Существовало опасение, что температурный фактор в местных озерах ограничит репродуктивные возможности сазана. Действительно, несмотря на хороший соматический рост (не хуже, чем в озерах бассейна Амура) потомства он не давал. Только в 1977 г. мы обнаружили в вентерных уловах двухлетков сазана — неопровержимое свидетельство его натурализации. За истекшие два года рыбаки отмечают увеличение численности молодого пополнения. Можно ожидать, что новая популяция более адаптирована к местным условиям и вскоре войдет в промысел.

Другой группой рыб, рекомендованной нами к интродукции, являются осетровые. Обская стерлядь, перевезенная в бассейн р. Камчатки в 1958—1960 г., также хорошо росла (несколько лучше, чем в средней Оби).

По всем данным нормально развивались и половые продукты, но сообщений о появлении молоди не поступало. Скорее всего неудача связана со слишком малым количеством пересаженных особей. Всего было выпущено 15 тыс. личинок на бассейн площадью 50 тыс. км^2 [Куренков, 1977 а].

Ценные теплолюбивые виды рыб могут выращиваться в рыбоводных хозяйствах с применением геотермальных вод. Такая возможность разрабатывается в настоящее время Камчатским отделением ТИНРО.

ЛИТЕРАТУРА

Басов Ю. С. Акселерация развития и роста кижуча с применением геотермальных вод.— В кн.: Биология лососевых. Тез. докл. Междунар. четырехсторон. совещ. Южно-Сахалинск, 1978, с. 110—112.

Бирман И. Б. Периодические колебания численности лососей и солнечная активность.— Тр. ВНИРО, 1969, т. 17, с. 171—189.

Крогиус Ф. В. О связях темпа роста и численности красной.— Тр. Совещаний Ихтиол. комиссии АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1961, вып. 13, с. 132—136.

Крогиус Ф. В. Продукция молоди красной Oncorhynchus nerka (Walb.) в оз. Дальнем.— Вопр. ихтиологии, 1969, т. 9, вып. 6 (59), с. 1059—1076.

Крохин Е. М. Влияние размеров пропуска производителей красной на фосфатный режим нерестовых озер.— Изв. ТИНРО, 1967, т. 57, с. 31—54.

Крохин Е. М., Куренков И. И. Рыбохозяйственное освоение Кроноцкого озера.— В кн.: Лососевое хозяйство Дальнего Востока. М.: Наука, 1964, с. 100—103.

Куренков И. И. Об акклиматизационных работах на Камчатке.— Рыб. хоз-во, 1953, № 4, с. 27—29.

Куренков И. И. Результаты акклиматизации карася на Камчатке.— В кн.: Тр. Совещ. по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных. М.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 130—134.

Куренков И. И. Кормовая база лососей во внутренних водоемах Камчатки.— В кн.: Лососевое хозяйство Дальнего Востока. М.: Наука, 1964, с. 106—112.

Куренков И. И. Зоогеография пресноводных рыб Камчатки.— Вопр. географии Камчатки, 1965, вып. 3, с. 25—34.

Куренков И. И. Советско-Японская рыболовная комиссия и состояние запасов конвенционных объектов.— Рыб. хоз-во, 1974, № 1, с. 6—9.
Куренков И. И. Изменение биологической продуктивности озера под влиянием вулканического пеплопада.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск: Наука, 1975, с. 127—130.
Куренков И. И. Опыт акклиматизации карповых рыб в лососевых водоемах Камчатки.— В кн.: Тез. Сов.-Амер. симпоз. по реакции водных экосистем на вселение новых видов. М.: ВНИРО, 1977а, с. 66—67.
Куренков И. И. Состояние запасов лососей и некоторые проблемы восстановления их численности.— В кн.: Тр. Сов.-Япон. симп. по аквакультуре. Токио, 1977б, вып. 5, с. 59—73.
Куренков С. И. О возможности создания нового стада красной на Камчатке.— В кн.: Биология лососевых: Тез. докл. Междунар. четырехсторон. совещ. Южно-Сахалинск, 1978, с. 94—96.
Лагунов И. И. Акклиматизация карасей на Камчатке.— Рыб. хоз-во, 1939, № 3, с. 26.
Лагунов И. И. Сохранить природу Камчатки.— Природа, 1976, № 12, с. 70—83.
Леванидов В. Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура.— Изв. ТИНРО, 1969, т. 67, с. 356.
Леванидов В. Я. Воспроизводство камчатских лососей в условиях промышленного освоения Камчатки.— В кн.: Материалы Совещ. по развитию произв. сил Камчат. обл. до 1980 г. Секция рыбн. хоз-ва. Петропавловск-Камчатский, 1970, с. 39—43.
Леванидов В. Я., Леванидова И. М., Николаева Е. Т. Бентические сообщества рек Корякского нагорья, Пенжины и северо-западной Камчатки.— В кн.: Систематика и биология пресноводных организмов северо-востока Азии. Владивосток, 1978а, с. 3—26.
Леванидов В. Я., Леванидова И. М., Николаева Е. Т. Годовая динамика бентоса р. Кирпичной (юго-восточная Камчатка).— В кн.: Систематика и биология пресноводных организмов северо-востока Азии. Владивосток, 1978б, с. 27—36.
Леванидова И. М., Кохменко Л. В. Количественная характеристика бентоса текучих водоемов Камчатки.— Изв. ТИНРО, 1970, т. 73, с. 88—99.
Леванидова И. М., Леванидов В. Я. Бентос оз. Азабачьего.— Изв. ТИНРО, 1972, т. 82, с. 51—92.
Остроумов А. Г Нерестовый фонд и состояние запасов дальневосточных лососей в водоемах п-ова Камчатка и Корякского нагорья в 1957—1971 гг.: (По материалам авиаучетов и аэрофотосъемок).— Тр. ВНИРО, 1975, т. 106, с. 21—33.
Портенко Л. А., Кащинский А. А., Чернявский Ф. Б. Млекопитающие Корякского нагорья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 130 с.

УДК 574

ГИДРОБИОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ П-ОВА ЯМАЛ

В. Н. ДОЛГИН, О. Д. НОВИКОВА

Изучение гидрофауны беспозвоночных п-ова Ямал началось около 70 лет назад. Первые исследования коловраток и ракообразных фауны из водоемов п-ова Ямал провел Н. В. Воронков [1911]. Он указал для этого района 24 вида коловраток и 3 вида ветвистоусых ракообразных. Г. Ю. Верещагин [1913] дает более подробную характеристику видового состава ветвистоусых ракообразных, особен-

но из семейств Daphniidae, Chydoridae и дополняет список известных видов зоопланктона до 64.

В 1919 г. В. А. Линдгольм по материалам экспедиции братьев Кузнецовых на Полярный Урал описывает для водоемов полуострова Ямал шесть видов пресноводных моллюсков: Valvata sibirica, Lymnaea stagnalis, L. peregra, L. truncatula, Anisus acronicus, Euglesa pulchella. Позднее И. М. Хохуткин [1966, 1969], изучая гидрофауну п-ова Ямал, кроме ранее известных указывает еще девять видов моллюсков: V. confusa, L. zebrella, Sibirenauta elongata, Sphaeriumrectidens, Amesoda asiatica, Lacustrina dilatata, E. henslowana. Я. И. Старобогатов, Э. А. Стрелецкая [1967] отмечают обитание Lymnaea zazurnensis на п-ове Ямал в районе р. Байдарата. Таким образом, до наших исследований для водоемов п-ова Ямал было известно 64 вида планктонных организмов и 15 видов пресноводных моллюсков.

При гидробиологическом исследовании водоемов Севера Западной Сибири нами в июле — августе 1973 г. был собран материал на п-ове Ямал. В частности, пробы зоопланктона и бентоса брались в районе пос. Новый Порт в озерах и нижнем течении речек Хонде-Яха и Шунька-Яха, в группе материковых озер Ярро-То и в верхнем течении р. Юрибей.

В результате этих исследований было собрано 35 проб планктона около 100 проб бентоса. Для изучения роли моллюсков в питании рыб брались пищевые тракты чира, сига, пеляди и муксуна.

По литературным данным и материалам наших исследований, гидрофауна п-ова Ямал в настоящее время представлена 136 видами (табл. 1). Нами найдено 99 видов (коловратки — 35, ветвистоусые — 22, веслоногие — 15, моллюски — 27), из которых 57 видов (коловраток — 20, ветвистоусых — 3, веслоногих — 16 и моллюсков — 18) для этого района указываются впервые.

Полуостров Ямал занимает значительную часть Севера Западной Сибири и изобилует разнотипными водоемами. Преобладают озера площадью менее 1 км^2. Крупных рек сравнительно немного. Они впадают в Обскую или Байдарскую губы. Реки характеризуются небольшой скоростью течения, большой прозрачностью воды (свыше 2 м), отсутствием водной растительности.

Многочисленные водоемы п-ова Ямал делятся на четыре типа: речные воды, придаточные водоемы рек пойменные и непойменные (материковые) озера. Каждый тип характеризуется определенным качественным и количественным составом гидробионтов. С переходом от одного типа к другому этот состав значительно изменяется, образуя характерные комплексы видов.

Речные водоемы п-ова Ямал характеризуются своеобразием гидрофауны. По сравнению с другими группами беспозвоночных здесь сравнительно хорошо развит зоопланктон, который представлен 35 видами. В отличие от других типов водоемов распределение зоопланктона в реках весьма неравномерно. Наибольший качественный и количественный состав зоопланктона представлен в местах с замедленным течением и в прибрежной части рек. Средняя чис-

ТАБЛИЦА 1. Видовой состав зоопланктона и моллюсков водоемов п-ова Ямал

Вид	Литературные данные	Наши исследования
Rotatoria		
1. Trichocerca cavia (Gosse)	—	+
2. T. bicristata (Gosse)	—	+
3. T. elongata (Gosse)	—	+
4. T. tenuior (Gosse)	+	—
5. Synchaeta grandis Zacharias	+	+
6. Polyarthra luminosa Kutikova	—	+
7. P. dolichoptera Idelson	+	+
8. Ploesoma truncatum (Levander)	+	—
9. P. lenticulare Herrick	—	+
10. P. triacanthum (Bergendall)	+	+
11. Gastropus stylifer Imhof	+	—
12. Bipalpus hudsoni (Imhof)	+	+
13. Asplanchna priodonta Gosse	+	+
14. A. brightwelli Gosse	+	—
15. Lecane lunaris (Ehrenberg)	+	—
16. L. constricta (Murray)	+	+
17. Trichotria pocillum bergii (Meissner)	—	+
18. T. similis (Stenroos)	—	+
19. T. tetractis (Ehrenberg)	—	+
20. Mytilina mucronata (Muller)	+	—
21. M. ventralis brevispina (Ehrenberg)	+	+
22. Euchlanismdilatata Ehrenberg	—	+
23. E. deflexa Ehrenberg	—	+
24. E. pyriformis Gosse	+	—
25. E. iyra Hudson	—	+
26. E. alata Voronkov	+	+
27. E. triquetra Ehrenberg	—	+
28. Brachionus quadridentatus Hermann	—	+
29. B. urceus (Linnaeus)	+	+
30. B. calyciflorus spinosus Wierzejski	—	+
31. B. angularis Gosse	—	+
32. Platyias quadricornis (Ehrenberg)	—	+
33. Keratella cochlearis Gosse	+	+
34. K. serrulata curvicornis Rylov	—	+
35. K. quadrata (Müller)	+	+

ТАБЛИЦА 1. (продолжение)

Вид	Литературные данные	Наши исследования
36. Kellicottia longispina Kellicott	+	+
37. Notholca caudata Carlin	—	+
38. N. foliacea (Ehrenberg)	+	—
39. N. acuminata extensa Olofsson	+	+
40. N. labis Gosse	+	+
41. Conochilus unicornis Rousselet	+	+
42. Testudinella patina (Hermann)	+	+
43. Filinia maior (Colditz)	—	+
44. F. longiseta (Ehrenberg)	+	—
Cladocera		
45. Sida crystallina (O. F. Müller)	+	+
46. Limnosidla frontosa Sars	+	—
47. Diaphonosoma brachynrum (Lievin)	+	+
48. Holopedium gibberum Laddach	+	
49. Daphnia pulex (Delseer)	+	+
50. D. longispina O. F. Müller	+	+
51. D. arctica Werestschagin	+	+
52. D. cucullata Sars	+	+
53. D. longiremis Sars	+	
54. D. cristata Sars	+	
55. D. carinata King	+	+
56. Simocephalus vetulus (O. F. Müller)	+	
57. S. expinosus (Koch)	+	—
58. Ceriodaphnia quadrangula (O. F. Müller)	+	—
59. C. affinis Lilljeborg	+	
60. C. pulchella Sars	+	—
61. Scapholeberis mucronata (O. F. Müller)	+	—
62. Ophryoxus gracilis Sars	+	—
63. Streblocerus serricaudatus (O. F. Müller)	+	—
64. Eurycercus lamellatus (O. F. Müller)	+	
65. Pleuroxus truncatus (O. F. Müller)	+	—
66. Alonella excisa (Fischer)	+	—
67. A. nana Baird	+	—
68. Disparalona rostrata (Koch)	+	—
69. Chydorus sphaericus (O. F. Müller)	+	—
70. Alona quadrangularis (O. F. Müller)	+	—

ТАБЛИЦА 1. (продолжение)

Вид	Литературные данные	Наши исследования
71. A. rectangula Sars	+	—
72. A. costata Sars	+	—
73. A. guttata Sars	+	+
74. A. karelica Steuroos	+	—
75. Acroperus harzpae (Baird)	+	—
76. A. augustatus Sars	+	—
77. A. neglectus Lilljeborg	+	—
78. A. elongatus (Sars)	+	—
79. Graptoleberis testudinaria (Fischer)	+	—
80. Biapertura affinis (Leydig)	+	—
81. Rhynchoetalona falcata (Sars)	+	—
82. Bosminopsis dieitersi zernowi Linko	+	—
83. Bosmina longirostris (O. F. Müller)	+	—
84. B. obtusirostris Sars	+	—
85. Polyphemus pediculus (Linne)	+	—
86. Bythotrephes longimanus Leydig	+	—
87. Leptodora kindtii (Focke)	+	+
Copepoda		
88. Limnocalanus grimaldi (Guerne)	—	—
89. Arctodiaptomus bacillifer (Koelbel)	—	—
90. A. acutilobatus (Sars)	—	—
91. Mixodiaptomus laciniatus (Lill.)	—	—
92. Eurytemora velox (Lill.)	—	—
93. Heterocope borealis (Fischer)	—	—
94. H. appendiculata Sars	—	—
95. Cyclops strenuus Fischer	—	—
96. C. scutifer Sars	—	—
97. C. vicinus Uljanin	—	—
98. C. abyssorum Sars	—	—
99. Acanthocyclops viridis (Jurine)	—	—
100. A. crassicaudis (Sars)	—	—
101. Microcyclops bicolor (Sars)	—	—
102. Mesocyclops leuckarti Claus	—	—
Mollusca		
103. Valvata pulchella Stud.	—	+
104. V. sibirica Midd.	+	+

ТАБЛИЦА 1. (окончание)

Вид	Литературные данные	Наши исследования
105—106. V. confusa West.	+	
107. Lymnaea stagnalis (L.)	+	—
108. L. terebra West.	—	+
109. L. palustris (Mull.)	—	+
110. L. zebrella (B. Dyb.)	+	+
111. L. peregra (Mull.)	+	+
112. L. eversa (Mart.)	—	+
113. L. zazurnensis Mozley	+	+
114. L. truncatula (Mull.)	+	—
115. Sibirenauta elongata (Say.)	++	
116. Anisus acronicus (Fer.)	++	+
117. An. stroemi West.	+	+
118. Sphaerium corneum (L.)	—	+
119. Sph. levinodis (West.)	—	+
120. Sph. rectidens Star. et Str.	+	—
121. Amesoda asiatica (Mart.)	+	+
122. Lacustrina dilatata (West.)	++	+
123. Pisidium amnicum (Mull.)	—	+
124. Euglesa henslowana (Shepp.)	+	—
125. E. suecica (Cless.)	—	
126. E. casertana (Poli)	—	
127. E. globularis (Cless.)	—	
128. E. lilljeborgi (Cless.)	—	
129. E. subtruncata (Malm.)	—	
130. E. mucronata (Cless.)	—	
131. E. obtusalis (C. Pf.)	—	+
132. E. scholtzi (Cless.)	—	
133. E. lapponica (Cless.)	+	—
134. E. pulchella (Jenins)	+	—
135. E. tetragona (Held.)	—	+
136. E. nordenskioeldi (West.)	—	

ленность планктонных организмов 40 тыс. экз./м^3, биомасса — 0,64 г/м^3, а в отдельных пробах достигает 1 г/м^3.

По численности и биомассе доминируют коловратки, преобладают Conochilus unicornis, Asplanchna priodonta, Notholca caudata, Euch-

ТАБЛИЦА 2. Средняя численность и биомасса коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных в водоемах п-ова Ямал

Тип водоема	Общая биомасса, мг/м³	Коловратки		Ветвистоусые		Веслоногие	
		экз./м³	мг/м³	экз./м³	мг/м³	экз./м³	мг/м³
Реки	649,6	26 699	272,8	9 000	227,1	4 444	149,7
Придаточные водоемы	1070,7	30 843	353,0	24 590	571,2	4 222	146,5
Пойменные озера	2807,1	29 757	394,0	32 204	1253,6	7 666	1159,5
Непойменные озера	2505,5	53 550	19,4	1 000	85,3	17 833	2400,8

lanis lyra, и ветвистоусые Holopedium gibberum, Bosmina obtusirostris, Eurytemora velox (табл. 2).

Зообентос в речных водоемах беден, представлен преимущественно моллюсками (7 видов) и реже — личинками хирономид. Моллюски и личинки хирономид преобладают на участках с замедленным течением и преимущественно на илах, заиленных песках, глине. На участках, где илистые наносы не держатся и преобладают чистые пески, моллюски в большинстве случаев отсутствуют, а из личинок хирономид встречаются только мелкие формы. Наибольшая численность зообентоса в реках 120 экз./м², биомасса 2,1 г/м².

Среди донных беспозвоночных доминируют двустворчатые моллюски Amesoda asiatica, Euglesa lilljeborgi, E. scholtzi и др., чис-

ТАБЛИЦА 3. Количество моллюсков в бентосе водоемов п-ова Ямал

Водоем	Общий бентос		Моллюски			
	экз./м²	г/м²	экз./м²	%	г/м²	%
Речные						
Юрибей Ямальский	20—80	0,2—2,1	20—60	75—100	0,1—1,9	50—94
Хонде-Яха	40—120	0,3—1,2	40—90	75—100	0,1—1,2	33,3—100
Шунька-Яха	20—100	0,2—1,0	10—80	50—80	0,1—1,0	50—100
Придаточные						
Залив р. Хонде-Яха	180—600	1,2—4,7	50—160	26,6—27,7	0,2—1,9	16,6—40,2
Залив р. Шунька-Яха	200—360	2,1—3,5	80—180	40—50	1,1—2,5	52,3—71,4
Пойменные						
Озеро у пос. Новый порт	300—900	3,9—8,6	120—400	40—44,4	1,9—4,8	48,7—55,8
Непойменные						
Озеро Ярото-2	40—240	0,2—2,0	20—200	50—83,3	0,1—1,5	50—75

ленность которых достигает 90 экз./м², а биомасса — 1,9 г/м² (табл. 3).

В придаточных водоемах рек значительно возрастает качественный и количественный состав гидробионтов. Общая численность и биомасса зоопланктона увеличивается, достигая в среднем соответственно 59 тыс. экз./м³ и 1 г/м³. Массовое развитие зоопланктона приурочено к мелководным и хорошо прогреваемым участкам. Здесь многочисленны Notholca caudata, Conochilus unicornis. Наибольшей численности достигают ветвистоусые ракообразные, развиваясь в количестве до 24,5 тыс./м³, при биомассе 0,57 г/м³.

Зообентос значительно разнообразнее и представлен личинками хирономид, олигохетами и моллюсками. Доминирующее положение среди донных беспозвоночных занимают личинки хирономид и моллюски. Плотность донной фауны по сравнению с речными водоемами возрастает и колеблется от 180 до 600 экз./м², при биомассе от 1,2 до 4,7 г/м². Моллюски, плотность которых составляет до 180 экз./м², а их вес — 2,5 г/м², в отдельных пробах занимают до 71,4% от общего веса зообентоса. К видам, характерным для текучих вод, добавляются и характерные только для придаточных водоемов: Valvata confusa, Lymnaea peregra, L. eversa, Anisus acronicus и некоторые другие. Двустворчатые моллюски приурочены к более глубоким местам и обитают на заиленных песках и илах, а брюхоногие — к мелководным прибрежным участкам, зарастающим водной и прибрежноводной растительностью.

Пойменные водоемы характеризуются наибольшим богатством фауны беспозвоночных. При разнообразном качественном составе гидробионтов здесь отмечено их максимальное количественное развитие. Зоопланктон многочислен как в прибрежной зоне озер, так и на середине. Общая средняя численность зоопланктона достигает 69 тыс. экз./м³, а биомасса — 2,8 г/м³. В отдельных пробах биомасса возрастает до 5 г/м³. Наибольшая численность и биомасса характерны для ветвистоусых ракообразных. Из зоопланктона наиболее часто встречаются Brachionus urceus, Euchlanis lyra, Asplanchna priodonta и некоторые другие виды.

Зообентос в пойменных водоемах по сравнению с другими типами водоемов наиболее богат и разнообразен и представлен олигохетами, пиявками, личинками хирономид, моллюсками, жуками и другими группами беспозвоночных. Плотность данных животных колеблется от 300 до 900 экз./м², а биомасса — от 3,9 до 8,6 г/м². Моллюски являются одной из доминирующих групп. На их долю довольно часто приходится до 44,4% по численности и до 55,8% по биомассе по отношению к общему зообентосу. Видовой состав моллюсков довольно разнообразен и представлен Valvata sibirica, V. pulchella, Lymnaea palustris, L. terebra, L. zebrella, L. zazurnensis, Anisus acronicus и многими другими. Двустворчатые моллюски встречаются в отдалении от уреза берега на илистых грунтах, в заиленных песках, на донной растительности, а брюхоногие — на залитых берегах среди прибрежно-водной растительности и в прибрежной части среди водной растительности.

Непойменные водоемы по качественному составу гидробионтов оказываются беднее речных водоемов, но значительно богаче по количественному развитию.

Зоопланктон в видовом отношении довольно беден и представлен всего 13 видами, среди которых преобладают Conochilus unicornis, Kellicottia longispina, Bosmina obtusirostris, Hetercope borealis и некоторые другие. Общая численность и биомасса зоопланктона значительно выше и соответственно составляет 72 тыс. экз./м^3 и 2,5 г/м^3, а в отдельных пробах биомасса достигает 3,1 г/м^3.

Численность коловраток по сравнению с другими группами в непойменных водоемах наибольшая, но биомасса их невелика. Веслоногие ракообразные по численности уступают коловраткам, но доминируют по биомассе, в то время как ветвистоусые составляют незначительную часть и по численности и по биомассе. Такое соотношение групп зоопланктона можно объяснить тем, что веслоногие ракообразные, которые здесь преобладают (Euritemora velox, Heterocope borealis, Mesocyclops leuckarti), являются сильными конкурентами в области питания ветвистоусых.

Зообентос в непойменных водоемах значительно обеднен и по качественному и количественному составу, приближен к речным водоемам. Из донных беспозвоночных здесь встречаются олигохеты, пиявки, личинки хирономид, жуки и моллюски. Плотность зообентоса колеблется от 40 до 240 экз./м^2, а биомасса — от 0,2 до 2,0 г/м^2. Доминирующими группами являются олигохеты, личинки хирономид и моллюски. Соотношение доминантных групп в зообентосе меняется по годам.

Из моллюсков в непойменных водоемах наиболее многочисленны Anisus acronicus, Euglesa lilljeborgi, E. globularis. Плотность моллюсков колеблется от 40 до 200 экз./м^2, а их биомасса — от 0,1 до 1,5 г/м^2. В отдельных пробах на долю моллюсков приходится до 83,3% по численности и до 75% по биомассе. Малая биомасса моллюсков при сравнительно большой их плотности объясняется преобладанием Euglesa lilljeborgi, E. subtruncata, E. globularis и некоторых других видов, которые имеют малые размеры и вес.

Анализируя особенности гидробиологического режима водоемов п-ова Ямал, качественное и количественное развитие гидробионтов можно сделать следующие выводы.

1. В целом в водоемах п-ова Ямал, так же как и в водоемах других районов Сибири (бассейне Иртыша, Нижней Оби, полуострова Тазовского и Гадынского), отмечаются общие закономерности качественного и количественного развития гидробионтов. Общая средняя численность и биомасса, а также и качественный состав увеличиваются от речных вод к пойменным водоемам и уменьшаются в непойменных.

2. Из всех групп зоопланктона в речных и придаточных водоемах по численности и биомассе доминируют коловратки и ветвистоусые, а в пойменных водоемах — веслоногие и ветвистоусые, т. е. в зависимости от типа водоема или перехода от одного типа водоема к другому происходит смена доминантных групп зоопланктона.

ТАБЛИЦА 4. Распределение гидробионтов основных групп по водоемам разного ипа п-ова Ямал

Систематическая группа	Всего видов	Рек	Придаточные водоемы рек	Пойменные озера	Непойменные озера
Коловратки	35	20	30	22	6
Ветвистоусые	22	6	13	14	3
Веслоногие	15	9	15	8	4
Моллюски	27	7	18	27	12
Итого	99	42	76	71	25

3. Среди групп зообентоса в большинстве типов водоемов п-ова Ямал доминирующее положение занимают преимущественно моллюски, хотя в пойменных водоемах личинки хирономид довольно часто им не уступают ни по численности, ни по биомассе. Но среди доминирующих групп зообентоса в разные годы происходят значительные изменения. В качественном распределении гидробионтов также заметны общие закономерности. Видовой состав увеличивается от речных к пойменным водоемам и уменьшается в непойменных (табл. 4).

4. Гидробионты водоемов п-ова Ямал приурочены к определенным условиям обитания, подразделяются на экологические группы и распределяются по соответствующим типам водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

Верещагин Г. Ю. Планктон водоемов п-ова Ямал.— В кн.: Ежегодник Зоол. музея Академии наук. СПб. 1913, т. 18, с. 1.

Воронков Н. В. Планктон водоемов п-ова Ямал.— В кн.: Ежегодник Зоол. музея Академии наук. СПб., 1911, т. 16.

Линдгольм В. А. Моллюски экспедиции бр. Кузнецовых на Полярный Урал.— Зап. Рос. Академии наук. Сер. 8, 1919, т. 28, № 10.

Старобогатов Я. С., Стрелецкая Э. А. Состав и зоогеографическая характеристика пресноводной малакофауны Восточной Сибири и севера Дальнего Востока.— В кн.: Моллюски и их роль в биоценозах и формировании фаун. Л.: Наука, 1967.

Хохуткин И. М. Некоторые данные о малакофауне Ямальского и Тазовского полуостровов.— В кн.: Тр. Ин-та биологии Урал. филиала АН СССР. Свердловск, 1966, вып. 49.

Хохуткин И. М. Новые данные о пресноводной малакофауне полуострова Ямал.— В кн.: Вопросы малакологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1969.

УДК 582.26(571.1)

ФЛОРА ВОДОРОСЛЕЙ, ЕЕ ОСОБЕННОСТИ И РОЛЬ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т. А. САФОНОВА

История изучения водорослей Западной Сибири насчитывает 150 лет со времени появления первой работы Х. Эренберга [Ehrenberg, 1830] — участника сибирской экспедиции А. Гумбольдта. За прошедший период по составу водорослей, населяющих водоемы Западной Сибири, накоплены большие материалы, однако они мало доступны для анализа. Первый обзор флоры водорослей Западной Сибири, выполненный Т. К. Триполитовой [1928], сейчас уже значительно устарел. Кроме того, к настоящему времени обобщены в виде списков лишь данные по водорослям системы р. Иртыша [Андреев и др., 1963] и р. Оби [Кукси и др., 1972]. Бо́льшая же часть сведений содержится в отдельных статьях, причем некоторые из этих статей перешли в разряд библиографических редкостей.

С целью выяснения степени изученности альгофлоры Западной Сибири нами проведен обзор литературных данных по составу водорослей водоемов. Результатом этой работы явилось составление каталога на перфокартах, содержащего сведения о местонахождении каждого вида. В дальнейшем предполагается вести пополнение этого каталога, который при отсутствии монографических обработок водорослей Западной Сибири будет служить источником информации по ряду вопросов, связанных с изучением альгофлоры.

Выявлено и проанализировано свыше 300 литературных источников. Мы не останавливаемся на истории изучения флоры водорослей Западной Сибири, отдельные вопросы которой освещались в статьях, посвященных истории гидробиологических и альгологических исследований [Иогансен, 1948; Ермолаева, Федоров, 1964; Кукси, 1964; Попова, 1964а, б; 1968; Попова и др., 1967; Скабичевский, Андреев, 1964].

В связи с невозможностью привести полный перечень всех использованных работ в список литературы включены библиографические указатели альгологических трудов, содержащие сведения и по Западной Сибири [Гайдуков, 1901; Еленкин, Оль, 1929, 1935, 1950а, б; Голлербах и др., 1966; Красавина, 1968; Красавина и др., 1978].

Основанием для написания статьи послужили материалы составленного каталога. Для краткой характеристики особенностей альгофлоры Западной Сибири и водоемов различных типов использованы соотношения систематических отделов водорослей (см. таблицу) и головная часть родовых спектров. Для водоемов Западной Сибири эти показатели получены впервые.

В водоемах Западной Сибири (Западно-Сибирской равнины и горных водоемов Алтая, Салаира, Кузнецкого Алатау) выявлено к

Систематический состав альгофлоры водоемов Западной Сибири (число видов / %)

Отдел	Равнинные водоемы: реки	в том числе Обь	в том числе Иртыш	Новосибирское водохранилище	озера	пруды	болота	всего в равнинных водоемах	Горные водоемы: реки	озера	болота	всего в горных водоемах	Всего в Западной Сибири
Cyanophyta	109 / 13,14	34 / 10,62	66 / 20,30	36 / 8,10	164 / 19,50	50 / 12,56	23 / 6,10	220 / 13,92	35 / 9,30	22 / 5,35	6 / 3,12	67 / 9,33	244 / 13,95
Pyrrophyta	8 / 0,96	3 / 0,94	2 / 0,61	5 / 1,12	8 / 0,95	4 / 1,00	4 / 1,05	24 / 1,52	3 / 0,79	5 / 1,21	1 / 0,52	9 / 1,25	28 / 1,60
Chrysophyta	12 / 1,44	3 / 0,94	6 / 1,84	11 / 2,50	10 / 1,19	8 / 2,01	9 / 2,37	42 / 2,65	4 / 1,06	6 / 1,45	3 / 1,56	12 / 1,70	46 / 2,68
Bacillariophyta	314 / 37,84	214 / 66,86	141 / 43,40	218 / 49,10	194 / 23,03	88 / 22,11	131 / 34,56	397 / 25,11	226 / 59,94	252 / 60,81	75 / 39,07	318 / 44,30	463 / 26,47
Rhodophyta	—	—	—	—	1 / 0,12	—	—	1 / 0,06	2 / 0,53	—	—	2 / 0,27	3 / 0,17
Xanthophyta	13 / 1,56	2 / 0,63	5 / 1,53	4 / 0,90	17 / 2,02	12 / 3,01	8 / 2,11	37 / 2,34	—	3 / 0,72	3 / 1,56	6 / 0,83	40 / 2,30
Euglenophyta	83 / 10,00	9 / 2,81	9 / 2,77	23 / 5,18	97 / 11,52	107 / 26,90	75 / 19,78	220 / 13,92	23 / 6,10	4 / 0,97	54 / 28,13	87 / 12,11	232 / 13,26
Chlorophyta	286 / 34,46	55 / 17,20	96 / 29,55	147 / 33,10	341 / 40,48	129 / 32,41	129 / 34,03	628 / 39,72	82 / 21,75	115 / 27,80	50 / 26,04	209 / 29,10	678 / 38,77
Charophyta	5 / 0,60	—	—	—	10 / 1,19	—	—	12 / 0,76	2 / 0,53	7 / 1,69	—	8 / 1,11	15 / 0,85
Всего	830 / 100,00	320 / 100,00	325 / 100,00	444 / 100,00	842 / 100,00	398 / 100,00	379 / 100,00	1581 / 100,00	377 / 100,00	414 / 100,00	192 / 100,00	718 / 100,00	1749 / 100,00

Примечание. В общее число видов включены данные по малым водоемам Западной Сибири, специально в таблице не выделенные.

настоящему времени 1749 видов[1] водорослей из 331 рода, 9 отделов. Учитывая недостаточную изученность территории, северная часть которой насчитывает лишь единичные посещения альгологов, можно утверждать, что эти цифры должны в дальнейшем значительно увеличиться. По-видимому, выявлен основной состав водорослей рек, озер, прудов в наиболее обследованной, южной части Западно-Сибирской равнины.

По систематическому составу ведущим в альгофлоре Западной Сибири является отдел зеленых водорослей (Chlorophyta) — 678 видов (38,77%), затем следуют отделы диатомовых (Bacillariophyta) — 463 (26,47%), синезеленых (Cyanophyta) — 244 (13,95%), эвгленовых (Euglenophyta) — 232 (13,26%), золотистых (Chrysophyta) — 46 (2,63%), желтозеленых (Xanthophyta) — 40 (2,30%), пирофитовых (Pyrrophyta) — 28 (1,60%), харовых (Charophyta) — 15 (0,85%), красных водорослей (Rhodophyta) — 3 вида (0,17%). Более обычным для водоемов умеренных широт считается преобладание отдела диатомовых водорослей. Возможно, на особенностях альгофлоры Западной Сибири сказывается влияние обширных заболоченных территорий.

Наиболее разнообразно по числу видов представлены 10 ведущих родов: Navicula (78 видов), Trachelomonas (76), Cosmarium (69), Staurastrum (57), Nitzschia (56), Closterium (54), Cymbella (41), Euglena (39), Oscillatoria (38), Phacus (32 вида).

В структуре альгофлоры Западно-Сибирской равнины (1581 вид) ведущее место принадлежит также зеленым водорослям (39,72%), им уступают диатомовые (25,11%), синезеленые и эвгленовые (по 13,92%), золотистые (2,65%), желтозеленые (2,34%), пирофитовые (1,52%), харовые (0,76%), красные (0,06%). Наиболее богатыми для равнинных водоемов являются роды: Trachelomonas (73 вида), Navicula (60), Cosmarium (58), Staurastrum, Closterium (по 54), Nitzschia (50), Euglena (38), Oscillatoria (37), Cymbella (36), Phacus (31 вид). При сравнении соотношений систематических отделов, родового спектра Западно-Сибирской равнины и всей Западной Сибири видно, что эти показатели во многом сходны. Во флоре горных водоемов Западной Сибири соотношения изменяются в сторону возрастания относительной роли диатомовых водорослей.

Территория Западно-Сибирской равнины занята в основном бассейном р. Оби. В целом для рек выявлено 830 видов, преобладающими среди которых являются диатомовые (37,84%), большую роль играют зеленые (34,46%), меньшее значение имеют синезеленые (13,14%) и эвгленовые (10,00%). Роль остальных систематических групп в населении рек незначительна (см. таблицу). К числу ведущих родов речной флоры относятся: Navicula (49 видов), Nitzschia (45), Closterium, Cymbella (по 31), Trachelomonas (29), Cosmarium, Scenedesmus (по 20), Oscillatoria (17), Eunotia, Euglena (по 17 видов).

[1] В это число не включена группа видов, для которых пока не установлено современное номенклатурное положение.

Отдельно проведенный анализ состава водорослей Оби и Иртыша показал несколько иную картину. В альгофлоре р. Оби (320 видов) по сравнению с общеречной флорой велика роль диатомовых (66,86%), роль зеленых (17,20%) и синезеленых (10,62%), напротив, меньше. В Иртыше при почти одинаковом с Обью количестве видов (325) роль диатомовых ниже (43,40%), а роль зеленых (29,55%) и синезеленых (20,30%) выше, чем в Оби. Сравнение ведущих родов этих рек также свидетельствует о большей роли диатомовых в Оби. В последней ведущий комплекс родов представлен почти полностью диатомовыми: Navicula (31 вид), Cymbella, Nitzschia (по 25), Gomphonema (13), Synedra, Pinnularia (по 10), Staurastrum, Eunotia, Surirella (по 9), Cyclotella (7 видов). В число ведущих родов Иртыша наряду с диатомовыми входят представители зеленых и синезеленых водорослей: Nitzschia (20 видов), Cymbella, Scenedesmus (по 14), Navicula (13), Ankistrodesmus (10), Closterium, Fragilaria (по 9), Anabaena, Gomphonema (по 8), Surirella, Synedra (по 7 видов). Такие различия в структуре альгофлоры этих двух рек, возможно, являются следствием неравномерной изученности Оби, основные сведения по которой получены для верхнего участка, где сказывается влияние лежащих выше горных районов. Возможно также, изучению фитобентоса Оби уделено большее внимание, чем изучению фитопланктона. Как в Оби, так и в Иртыше невелика роль эвгленовых, желтозеленых, золотистых и пирофитовых водорослей (см. таблицу). Обогащение речной флоры видами этих отделов происходит за счет малых притоков, особенно протекающих по таежной территории.

Основными компонентами фитопланктона Оби и Иртыша являются диатомовые водоросли, им сопутствуют синезеленые и хлорококковые [Андреев и др., 1963; Кукси и др., 1973].

К числу руководящих форм фитопланктона Верхней Оби относятся Melosira granulata (ее численность, по данным 1959—1963 гг., доходила до 1 млн. кл./л), виды родов Cyclotella и Stephanodiscus (1—5 млн. кл./л). Хлорококковые не имеют в своем составе массовых форм, но общее их количество иногда достигает значительных цифр (около 2 млн. кл./л осенью 1962 г.). В Нижней Оби в число доминантов входят Melosira granulata, M. distans var. alpigena, M. italica; большее развитие, чем на верхнем участке, получают Asterionella formosa, A. gracillima [Кукси и др., 1972]. Сравнение численности и биомассы фитопланктона для Верхней (1,324 млн. кл./л; 1,01 мг/л) и Нижней (6,591 млн. кл./л; 2,869 мг/л) Оби по сборам 1964 г. показывает, что к нижнему участку происходит обогащение фитопланктона [Солоневская, 1972]. Фитобентос Оби изученный в верхнем течении, по данным Г. Д. Левадной [1968], населяет мелководные прибрежные участки, а в грунтах русловой части реки развит слабо. Максимальная биомасса фитобентоса (798 мг/м^2), сложенного в основном диатомовыми с примесью хлорококковых и синезеленых, отмечена на пологих отмелях с заиленным песчаным дном.

Зарегулирование Оби плотиной ГЭС и создание Новосибирского водохранилища привели к изменению состава водорослей и структуры водорослевых ценозов. При общем увеличении числа видов в водохранилище (см. таблицу) по сравнению с рекой уменьшилась роль диатомовых и значительно возросла роль зеленых за счет хлорококковых.

В фитопланктоне водохранилища по исследованиям М. С. Кукси [1965, 1973] наряду с доминированием диатомовых в летнем планктоне заметно увеличилось количество синезеленых Aphanizomenon flos-aquae, Anabaena flos-aquae и вольвоксовых Pandorina morum, Phacotus lenticularis, Eudorina elegans. Синезеленые на некоторых участках вызывали «цветение» воды. По сравнению с рекой возросла численность фитопланктона, максимальное значение которой в период заполнения водохранилища (1957 г.) составило 78 млн. кл./л с биомассой 28,6 мг/л в приплотинном разрезе. В дальнейшем отмечались еще более высокие показатели: в августе 1968 г. в озеровидной части водохранилища насчитывалось 250 млн. кл./л с биомассой 26,3 мг/л при доминировании Anabaena flos-aquae, а на мелководьях численность фитопланктона достигала 345 млн. кл./л с биомассой 12,4 мг/л при доминировании Microcystis aeruginosa. Увеличилась в водохранилище и продуктивность фитобентоса [Левадная, 1968]. Максимальные значения численности и биомассы (5 млрд. кл./м² и 3 г/м²) с преобладанием видов рода Navicula отмечены для илистых грунтов на мелководных участках в верховьях водохранилища.

В составе населения озер преобладают зеленые водоросли (40,48%), диатомовые (23,03%), синезеленые (19,50%) и эвгленовые (11,52%). Желтозеленые, золотистые, пирофитовые и красные представлены бедно. Среди зеленых водорослей в озерах наиболее разнообразны конъюгаты, большую часть из них составляют десмидиевые. Это особенно характерно для таежных озер, альгофлора которых находится под влиянием окружающих озеро болот. Влияние последних сказывается и на родовом спектре озер, в котором первые места занимают представители десмидиевых: Staurastrum (39 видов), Closterium (35), Cosmarium (31), Oscillatoria (30), Navicula (28), Nitzschia, Euglena (по 23), Trachelomonas (22), Phacus (20), Scenedesmus, Lyngbya (по 15 видов). В лесостепных и степных озерах десмидиевые уступают хлорококковым, здесь же в отличие от таежных озер разнообразно представлены синезеленые.

Работы по выяснению продукционных характеристик фитопланктона стали проводиться на озерах южной части Западно-Сибирской равнины в последнее двадцатилетие, но главная особенность этих озер — интенсивное «цветение» синезелеными водорослями — была известна [Попова, 1964б].

Для озер Карасукской системы (северная часть Кулундинской степи; Ермолаев, 1967) характерно длительное (июль — сентябрь) развитие синезеленых водорослей, которые в период открытой воды составляли от 59,9 до 85,0% биомассы фитопланктона. Преобладали в летне-осеннем фитопланктоне Microcystis aeruginosa f. aeruginosa

et f. flos-aquae, M. pulverea, Anabaena flos-aquae, A. lemmermannii, Aphanizomenon flos-aquae, Gloeotrichia echinulata, Gomphosphaeria lacustris, G. aponina, вызывающие «цветение» воды. Меньшую роль играли хлорококковые (9—28% биомассы) и диатомовые (около 10% биомассы). Численность фитопланктона Карасукских озер почти постоянно составляла от одного до нескольких десятков миллионов клеток в 1 л. Максимальная цифра (222,6 млн. кл./л) была отмечена 19 июля 1962 г. на оз. Кривом. Здесь же 15 июля получено наибольшее значение биомассы фитопланктона (6015,6 мг/л) при доминировании Gloeitrichia echinulata. Величины биомассы фитопланктона озер Кусгана, Астродыма, Студного не превышали 35 мг/л.

Сходная картина отмечена и в лесостепных озерах Ик, Салтаим и Тенис [Зенюк, 1972]. Здесь также основная роль в формировании фитопланктона принадлежала синезеленым водорослям, меньшая — диатомовым и хлорококковым. Постоянно в течение лета наблюдалось «цветение», вызываемое представителями тех же родов, что и в Карасукских озерах, но в оз. Салтаим основной фон фитопланктона создавался сибирским видом Lyngbua saltaimica Skabitsch., а в оз. Ик в некоторые годы (1966—1967 гг.) в «цветении» и создании основной доли биомассы принимали участие диатомовые Melosira granulata и Asterionella formosa. Максимальная численность фитопланктона отмечена в оз. Тенис в летний период — 1175,8 млн. кл./л с биомассой 13,032 мг/л.

Характерной чертой состава прудов (398 видов) является преобладание зеленых водорослей (32,41%), среди них наиболее разнообразно представлены хлорококковые. Второе место принадлежит эвгленовым (26,90%), за ними следуют диатомовые (22,11%) и синезеленые (12,56%). Анализ родового спектра подчеркивает значение в населении прудов эвгленовых водорослей, из которых три рода занимают первые места в группе ведущих родов: Trachelomonas (27 видов), Euglena (22), Phacus, Nitzschia (по 15), Oscillatoria (13), Closterium (12), Ankistrodesmus (11), Navicula (10), Gomphonema (9), Anabaena, Scenedesmus (по 7 видов).

В большинстве лесостепных и степных прудов отмечается богатое развитие фитопланктона [Ермолаева, Федоров, 1964; Ермолаева, Чечуро, 1968]. В сложении численности и биомассы фитопланктона принимают участие в первую очередь синезеленые и хлорококковые, иногда вольвоксовые, реже эвгленовые и диатомовые. Средяя биомасса фитопланктона прудов Омской области [Ермолаева, Федоров, 1964] летом составляет 1—8 мг/л, во время «цветения» она достигает 200—400 мг/л. Возбудителями «цветения» чаще всего являются синезеленые, особенно Aphanizomenon flos-aquae, численность которого составляет около 10 млн. кл./л, а иногда свыше 1000 млн. кл./л. Хлорококковые развиваются обычно в количестве от 100 тыс. до 1 млн. кл./л, в период интенсивного развития до 140 млн. кл./л. К числу ведущих форм хлорококковых относятся Dictyosphaerium pulchellum, Pediastrum duplex, Lambertia ocellata, Ankistrodesmus

acicularis. В некоторых прудах отмечалось «цветение», вызванное Volvox aureus, V. tertius.

В рыбоводных прудах Новосибирской области, по наблюдениям 1967 г., отмечено развитие фитопланктона с численностью 503,2 млн. кл./л и биомассой 182,5 мг/л при доминировании Aphanizomenon flos-aquae [Андросова, 1973].

Большие площади Западно-Сибирской равнины заняты болотами, альгофлора которых изучена слабо. До сих пор нет ни одной специальной работы по водорослям болот этого региона. Сведения по этому вопросу почерпнуты из немногочисленных работ, посвященных общему флористическому обследованию отдельных районов.

В составе водорослей болот почти равная роль принадлежит диатомовым (34,56%) и зеленым (34,03%) водорослям, разнообразно представлены эвгленовые (19,78%), беден состав синезеленых (6,10%) и других отделов (см. таблицу). Ведущими родами являются Trachelomonas (35 видов), Navicula (20), Cosmarium (19), Staurastrum (18), Eunotia (16), Phacus (15), Pinnulalia (12), Nitzschia, Closterium (по 11), Euastrum, Gomphonema (по 10 видов).

Несмотря на слабую изученность болот, можно отметить некоторые различия альгофлоры болот разных типов. В крупноосоковых и тростниковых засоленных болотах лесостепи и степи к числу массовых форм относятся синезеленые Noctos paludosum, Nodularia spumigena f. crassa, N. harveyana, Spirulina major. Среди диатомовых в большом количестве присутствуют галофилы Rhopalodia gibberula var. vanheurcki, Nitzschia obtusa var. scalpelliformis, Eunotia sibirica. Сравнительно небогат состав эвгленовых десмидиевых. Эвтрофные болота южной тайги характеризуются более разнообразным составом, в котором уменьшается роль синезеленых, увеличивается число десмидиевых, ряд форм которых (виды родов Cosmarium, Closterium, Staurastrum, Hyalotheca, Gymnozyga) в отдельных водоемах выступает в качестве доминантов. По окраинам болот поселяются разнообразные эвгленовые, особенно виды известного сидерофила — рода Trachelomonas. Состав диатомовых изменяется в сторону обогащения их галофобами и ацидофилами, более разнообразно представлены роды Eunotia, Pinnularia, появляется Stenopterobia intermedia.

Водоемы горных районов юга Западной Сибири изучены недостаточно. Систематических, многолетних наблюдений здесь не проводили ни на одном водоеме, в том числе и на самом крупном озере — Телецком. Данные для горных водоемов получены на основании обработки однолетних и даже одноразовых сборов. К наиболее интересным работам, в которых даются большие списки видов, относятся обработка диатомовых водорослей Телецкого озера и связанных с ним рек [Порецкий, Шешукова, 1953] и изучение водорослей Катуни и ее притоков [Возженникова, 1958].

Для горных водоемов характерно преобладание в общем составе диатомовых водорослей (44,30%), второе место занимают зеленые (29,10%), третье — эвгленовые (12,11%). Ведущее положение диатомовых подтверждается их наибольшим разнообразием во всех типах горных водоемов: реках, озерах, болотах. Выход эвгленовых

на третье место, по-видимому, связан со специальным вниманием к этой группе и недостаточным изучением других отделов. Головная часть родового спектра горной альгофлоры складывается следующими родами: Navicula (52 вида), Cymbella (35), Cosmarium (34), Nitzschia (32), Closterium (28), Achnanthes, Euglena, Trachelomonas (по 19), Eunotia, Pinnularia (по 16 видов).

В составе водорослей горных рек диатомовые (59,94%) имеют еще большее значение, чем в общей флоре. Разнообразно представлены зеленые (21,75%), меньшую роль играют синезеленые (9,30%), эвгленовые (6,10%) и др. (см. таблицу). В родовом спектре рек ведущими являются главным образом диатомовые: Navicula (37 видов), Cymbella (28), Nitzschia (26), Closterium, Comphonema (по 14), Cosmarium, Achnanthes (по 12), Pinnularia (11), Fragilaria (10), Surirella, Synedra (по 9 видов).

В отличие от равнинных рек, где развивается богатый фитопланктон, в горных реках последний отсутствует, и основной растительной группировкой здесь является фитобентос. В холодноводных (температура в июле около 12°), быстротекущих речках — притоках р. Кии доминируют реофильные формы диатомовых водорослей: Didymosphenia geminata, Ceratoneis arcus, Diatoma hiemale var. mesodon, Meridion circulare, Cymbella sinuata, Synedra goulardii. Из других групп в формировании бентосных группировок принимают участие золотистые — Hydrurus foetidus и синезеленые — Homoeothrix simplex, Chamaesiphon polonicus. Комплекс холодолюбивых видов характерен также для притоков р. Катуни [Возженникова, 1958] и для речек, впадающих в Телецкое озеро [Порецкий, Шешукова, 1953]. В р. Катуни к числу доминантов относятся синезеленые Microcoleus vaginatus, Phormidium retzii, Ph. uncinatum. В некоторых притоках р. Кии на заиленном каменистом дне в большом количестве отмечены Melosira varians, Cocconeis placentula, Epithemia sorex, Cymbella affinis. C. tumida. По устному сообщению В. И. Ермолаева, биомасса подобных группировок в р. Большой Кундат составила в июле — августе 1977 г. 46,9—73,3 г/м^2.

Для горных озер также отмечается слабое развитие фитопланктона, представленного немногочисленными видами. Большое развитие имеет фитобентос, который на каменистой литорали Телецкого озера сложен зелеными нитчатками, Hydrurus foetidus и разнообразными диатомовыми [Порецкий, Шешукова, 1953; Попова, 1968].

В связи с тем что территория этого региона обследована еще недостаточно, анализ особенностей альгофлоры в значительной степени предварителен. Однако проведенные исследования показывают, что в многочисленных и типологически разнообразных водоемах Западной Сибири имеется богатый альгофонд, дальнейшее углубленное изучение которого необходимо в целях более интенсивного использования водоемов в народном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев Г. П., Горячева Г. И., Скабичевский А. П. и др. Водоросли р. Иртыш и его бассейна.— Тр. ТГУ, 1963, т. 152, с. 69—103.
Андросова Е. Я. Влияние сроков и доз внесения удобрений на фитопланктон рыбоводных прудов Ояшинского рыбопитомника.— В кн.: Водоросли, грибы и лишайники лесостепной и лесной зон Сибири. Новосибирск: Наука, 1973, с. 68—76.
Возженникова Т. Ф. Водоросли р. Катунь и ее притоков в районе курорта Чемал.— Изв. Сиб. отд-ния АН СССР, 1958, № 8, с. 114—125.
Гайдуков Н. М. Литературные источники к русской флоре водорослей.— Бот. записки. Изд. СПб. ун-та, 1901, вып. 17. 126 с.
Голлербах М. М., Еленкин А. А., Красавина Л. К., Оль Л. А. Библиография советской литературы по водорослям за 1936—1940 гг.: (с дополнениями за предыдущие годы). Л. Наука, 1966. 169 с.
Еленкин А. А., Оль Л. А. Библиография альгологических трудов в пределах СССР с 1900 по 1925 г. включительно.— Тр. Главн. бот. сада, 1929, т. 42, вып. 1, с. I—IV, 1—139.
Еленкин А. А., Оль Л. А. Библиография альгологических трудов в пределах СССР с 1926 по 1930 г. включительно.— Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 2, 1935, вып. 2, с. 171—255.
Еленкин А. А., Оль Л. А. Библиография альгологических трудов в пределах СССР с 1931 г. по 1935 г. включительно.— Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 2, 1950а, вып. 5, с. 95—115.
Еленкин А. А., Оль Л. А. Дополнительные данные по библиографии альгологических трудов в пределах СССР. Доп. 2.— Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 2, 1950б, вып. 6, с. 5—22.
Ермолаев В. И. Фитопланктон озер системы р. Карасук (северная часть Кулундинской степи) и его продуктивность: Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 1967. 24 с.
Ермолаева Л. М., Федоров В. Г. Краткий обзор изученности водорослевого населения прудовых водоемов Западной Сибири.— В кн.: Водоросли и грибы Западной Сибири. Новосибирск, 1964, ч. 1, с. 19—20.
Ермолаева Л. М., Чечуро Е. Г. Фито- и зоопланктон прудов Омской области в связи с возможностью их рыбохозяйственного использования.— Гидробиол. журн., 1968, т. 4, № 5, с. 28—33.
Зенюк Т. П. Фитопланктон Больших Крутинских озер Омской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1972. 23 с.
Иоганзен Б. Г. Гидробиологические исследования Западной Сибири.— Тр. ТГУ, 1948, т. 100, с. 49—89.
Красавина Л. К. Библиография советской литературы по водорослям за 1941—1960 гг. Л., 1968. 343 с.
Красавина Л. К., Цветкова Н. Н., Матвеевская И. Н. Библиография советской литературы по водорослям. 1971—1975. Л.: Наука, 1978. 514 с.
Кукси М. С. Обзор изученности альгофлоры реки Оби.— В кн.' Водоросли и грибы Западной Сибири. Новосибирск, 1964, ч. 1, с. 13—18.
Кукси М. С. Фитопланктон Новосибирского водохранилища и его формирование. Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 1965. 24 с.
Кукси М. С. О периодичности развития синезеленых водорослей в Новосибирском водохранилище.— В кн.: Водоросли, грибы и лишайники лесостепной и лесной зон Сибири. Новосибирск: Наука, 1973, с. 90—95.
Кукси М. С., Левадная Г. Д., Попова Т. Г., Сафонова Т. А. Водоросли Оби и ее поймы.— В кн.: Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1972, ч. 2 (4), с. 3—44.
Левадная Г Д. Микрофитобентос Верхней Оби и Новосибирского водохранилища: Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 1968. 20 с.
Попова Т. Г. Альгологические исследования в Западной Сибири и перспективы их развития.— В кн.: Водоросли и грибы Западной Сибири. Новосибирск, 1964а, ч. 1, с. 5—8.
Попова Т. Г. Опыт характеристики водорослевого населения водоемов Запад-

ной Сибири по широтным зонам.— В кн.: Водоросли и грибы Западной Сибири. Новосибирск, 1964б, ч. 1, с. 21—34.
Попова Т Г Итоги изучения низших растений в Западной Сибири.— В кн.: Развитие биологической науки в Сибири за 50 лет. Новосибирск: Наука, 1968, с. 35—51.
Попова Т Г., Скабичевский А. П., Васильева Л. И. и др. Полвека изучения низших растений Сибири и Дальнего Востока.— Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. Сер. биол.-мед. наук, 1967, № 5, вып. 1, с. 12—23.
Порецкий В. С., Шешукова В. С. Диатомовые Телецкого озера и связанных с ним рек.— В кн.: Диатомовый сборник. Л.: Изд-во АН СССР, 1953, с. 107—172.
Скабичевский А. П., Андреев Г. П. Краткий обзор изученности растительности и флоры водорослей реки Иртыша.— В кн.: Водоросли и грибы Западной Сибири. Новосибирск, 1964, ч. 1, с. 9—12.
Солоневская А. В. Продуктивность фитопланктона южной части Обской губы и низовья Оби.— В кн.: Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1972, ч. 2 (4), с. 51—70.
Триполитова Т. К. Материалы к флоре споровых растений Алтая и Томской губернии. II. Водоросли.— Изв. ТГУ, 1928, т. 79, вып. 4, с. 271—325.

УДК 591.5

АРТЕМИЯ САЛИНА ОЗЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ КАК СТАРТОВЫЙ КОРМ ДЛЯ МОЛОДИ СИГОВЫХ И КАРПОВЫХ РЫБ

Т. Л. СТУДЕНИКИНА

Обеспечению рыбоводных предприятий гранулированными комбикормами и выпуску стартовых кормов для молоди рыб в достаточном количестве придается огромное значение. Очень важно определить доступность естественных кормовых объектов. Личинкам большинства рыб на первых этапах развития доступны только очень мелкие живые корма — простейшие, коловратки, хидориды, босмины, науплиусы копепод и жаброногих рачков [Ивлева, 1969].

Перспективный путь получения стартового живого корма для мелких личинок рыб — инкубация яиц различных гидробионтов и в первую очередь артемии салины. Науплии артемии являются общепризнанным лучшим стартовым кормом для молоди выращиваемых ценных рыб, и в частности личинок сиговых и карповых.

Жаброногий рачок артемия салина обитает в водоемах с соленостью 20—300‰ и имеет специфические черты биологии, так как часто живет во временных пересыхающих или промерзающих водоемах [Ивлева, 1969; Олейникова, 1975]. Преимуществом при использовании артемии салины для искусственного разведения являются высокая плодовитость и способность откладывать диапаузирующие яйца, легко переносящие экстремальные условия. Эти яйца, отложенные осенью или в конце лета в естественных водоемах, и представляют ценный объект сбора для их дальнейшей инкубации.

Ареалом обитания артемии в Западной Сибири являются в основном минерализованные озера степной зоны. По классификации В. И. Жадина, С. В. Герда [Жадин, 1961], эти озера относятся к Барабинско-Кулундинской озерной области. Средний коэффициент озерности Сибирско-Казахстанского лесостепья — около 2 км² на 100 км² территории.

Озерный фонд равнинной зоны Алтайского края насчитывает примерно 5 тыс. озер общей площадью более 250 тыс. га. Для большинства водоемов этой обширной территории характерны неустойчивый уровенный режим, мелководность и многообразие химизма воды, глубины обычно около метра и редко более 3—4 м. Весной все степные озера пополняются талыми водами, их уровень поднимается на 20—50 см. Амплитуда колебания общей минерализации алтайских озер весьма значительна: от 10 мг/л в правобережной зоне (Зеленичное) до 220 г/л в степной засушливой зоне (Кучукское).

Многие самосадочные озера используются для получения химического сырья. В оз. Бурлинское разрабатывается поваренная соль, в озерах Кучукском и Кулундинском — глауберова соль, в озерах Петуховское, Тапатар, Малиновое — сода. В большинстве горько-соленых озер вода окрашена в розовый цвет от массового развития жгутиковой водоросли дюналиелли (Dunaliella salina) и рачка артемии (Artemia salina).

Согласно общепринятой классификации минерализованных водоемов («Венецианская система»), площадь озер равнинной зоны Алтайского края распределяется следующим образом:

	‰	Площадь, тыс. га	
Пресные	<0,5	32,7	13,9
Миксогалинные	0,5—30	97,1	41,2
олигогалинные	0,5—4	52,2	22,1
мезогалинные	4,1—18	40,3	17,1
полигалинные	18,1—30	4,6	1,9
Эугалинные	30,1—47	75,6	32,0
Гипергалинные	>47,1	30,5	12,9

На территории Алтайского края артемия ориентировочно обитает в минерализованных озерах на общей площади около 110 тыс. га (46,8%).

Летом 1978 г. были проведены исследования 13 соленых озер равнинной зоны Алтайского края с общей площадью 104,83 тыс. га (табл. 1). Среди соленых озер края можно выделить по морфометрии котловины и береговой линии два типа: озера с обрывистыми крутыми берегами, песчаным грунтом в литорали и максимальными глубинами более 3,5—4,0 м (1-й тип); у других озер берега невысокие, местами заболоченные, литораль чаще всего сложена глинистыми грунтами, максимальные глубины не более 3 м (2-й тип). К осени в озерах 2-го типа отмечается снижение уровня воды в результате преобладания испарения над осадками и выпадения у

ТАБЛИЦА 1. Характеристика озер

Озеро	Площадь, тыс. га	Глубина, м		Объем водной массы, млн. м³	Тип озера
		средняя	максимальная		
Большое Яровое	6,67	4,4	7,4	290,0	I
Бурлинское	3,13	1,6	2,5	50,0	I—II
Дунай	1,02	0,9	1,9	9,2	II
Кулундинское	72,80	3,2	4,9	2329,6	I
Куричье	1,50	0,7	1,5	10,5	II
Кучукское	11,80	2,3	3,3	271,4	I
Малиновое	1,14	1,0	2,1	11,4	II
Малое Яровое	3,52	2,8	5,0	98,5	I
Мормышанское I	0,54	1,1	2,5	5,9	II
Мормышанское II	0,09	0,6	1,3	0,5	II
Петуховское	1,40	2,6	4,2	36,4	II
Соленое	0,12	0,6	2,0	0,7	I—II
Танатар	1,10	0,6	1,5	6,6	II

берегов слоя самосадочной соли. Поэтому многие такие озера труднодоступны, и сбор яиц артемии в них без соответствующего технического оснащения невозможен. Наиболее характерным таким водоемом является оз. Куричье, в котором в июле были очень высокие показатели биомассы артемии, а осенью сбор яиц оказался невозможен из-за 100—200-метровой полосы самосадочной соли у берега.

Некоторые озера, например, Бурлинское, занимают промежуточное положение. Котловина округлой формы глубиной до 20 м. Берега обрывистые высотой 3—5 м, изрезаны оврагами. Минерализация воды колеблется от 150 до 290‰. В нем издавна ведется промышленная добыча соли. Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды 2 м. В маловодные годы средняя глубина составила всего 0,2, максимальная — 0,5 м, за многолетний период даже пересыхало. При наивысшем уровне средняя глубина 1,6 м, максимальная — 2,5 м. Покрывается льдом только в суровые зимы. Под слоем ила толщиной 0,5 м мощный слой глауберовой соли [Ресурсы поверхностных вод..., 1962].

Наиболее перспективными для организации сбора яиц артемии являются озера 1-го типа.

Большое Яровое. Берега крутые, обрывистые высотой 10—15 м, изрезаны глубокими оврагами, сложенными супесчаными грунтами. У подножия берегов имеются выходы пресных грунтовых вод, реже — слабоминерализованных. Глубины нарастают равномерно к центру котловины, максимальная глубина достигает 7,4 м, донные отложения — ил с прослойками мирабилита, мощность 0,6—1,5 м.

Пополнение водоема происходит за счет атмосферных осадков (42%) и грунтового притока (43%); в меньшей степени озеро пополняется весной в период снеготаяния (15%).

Кулундинское. Озеро с хорошо выраженной котловиной. Северный и западный берега крутые высотой 5—6 м, восточный — пологий, изрезан заливами. С востока между островами двумя протоками впадает р. Кулунда, с северо-востока — р. Суетка, что обусловливает снижение минерализации воды на прилегающей акватории; содержание солей в других частях озера колеблется в пределах 30—40 г/л. Рельеф дна спокойный, глубины быстро нарастают только у берегов, максимальная глубина 3,6 м.

Малое Яровое. Озерная котловина глубокая, округлая. Берега крутые, обрывистые, высотой 2—6 м, пересечены короткими оврагами. Минерализация воды колеблется от 178 до 202 г/л. Колебания уровня воды около 2 м. Дно песчаное, иловые отложения 0,1—0,2 м. Наиболее распространенные глубины 1,0—1,5 м.

Впервые соленые озера Сибири исследовали русские ученые в конце прошлого века: экспедиция 1898 г. Л. С. Берга и П. Г. Игнатова по озерам Омской губернии [Берг, 1955], озера южного Зауралья — Вл. Аленицыным в 70-х годах XVIII столетия: «Такое обилие рачков, что их яйца, выброшенные волнением на берег, составляют собой слой в 1 дм толщины, 1 м ширины и 1 версту длины» [Аленицын, 1874]. В алтайских озерах артемия впервые была описана томским ученым В. П. Аникиным, исследовавшим артемию из Бурлинского и Мормышанского озер. Рачки «размножаются летом и в сентябре в громадном количестве и особенно кишат в тех местах, где садится соль» [Аникин, 1896, 1898]. Однако современные данные по биомассе артемии и ее яиц в озерах Сибири отсутствуют.

Артемия салина относится к летним формам, развитие ее яиц, рост и созревание рачков происходят при умеренной и высокой температуре. Оптимальный температурный режим для нее 25—27°, но легко переносит температуру воды более 30° и может существовать при 35—37° [Ивлева, 1969].

В алтайских озерах равнинной зоны выклев науплий происходит в первой — второй декаде мая в зависимости от термического режима весны. Так, первые науплии в оз. Соленом (Завьяловский район) отмечены в 1978 г.— 8 мая, в 1979 г.— 20 мая. Весна последнего года была затяжной, с более поздним распалением льда. В оз. Большое Яровое первые науплии появились 18 мая, а в оз. Кулундинском в это время встречаются особи длиной до 6 мм.

Рачки обладают четко выраженной чувствительностью к свету, которая связана с наличием сложных глаз. Положительный фототаксис у 1—3-дневных науплий артемии широко используется для отлавливания рачков при их искусственном культивировании. Но опыты показали, что постоянное пребывание при ярком освещении ослабляет эту реакцию у молодых рачков. Поэтому к моменту выклева науплий инкубационные сосуды целесообразно затемнять.

ТАБЛИЦА 2. Количественная характеристика артемии в водоемах (B — биомасса г/м³, N — численность — тыс. экз./м³)

Озеро	1978, VII		1979 г.					
			V		VI		VII	
	B	N	B	N	B	N	B	N
Большое Яровое	2,05	2,9	0,76	16,5	4,29	30,6	14,29	13,5
Малое Яровое	2,82	3,4	—	—	—	—	—	—
Кулундинское	5,04	2,2	0,53	5,4	—	—	—	—
Куричье	40,72	21,7	—	—	—	—	66,33	18,0
Мормышанское	9,91	10,0	—	—	—	—	—	—
Соленое	—		0,45	1,6	23,5	5,9	21,61	8,1
Танатар	5,30	1,8	—	—	—	—	51,52	23,0

Жаброноги выдерживают значительный дефицит кислорода и могут существовать при снижении его количества до 1—2 мг/л. В этом случае рачки, как и некоторые другие беспозвоночные (например, дафнии, личинки хирономид), приобретают красный цвет, что связано с повышенным содержанием гемоглобина в их крови. Дополнительный синтез гемоглобина обеспечивает возможность, не повышая скорости дыхания, использовать большое количество кислорода из внешней среды [Ивлева, 1969].

Под влиянием солености артемия образует морфологические расы, характеризующиеся изменением общей длины тела, соотношением длины и ширины абдомена, длины фурки. Как правило, с увеличением концентрации солей в среде уменьшается размер рачков, возрастает относительная длина абдомена и уменьшается его ширина.

Артемия салина из различных алтайских озер несет на фуркальных ветвях различное количество щетинок, что, как указывалось выше, зависит от концентрации солей в озерах. Так, фурка артемии из оз. Большое Яровое вооружена всего четырьмя щетинками, артемия из оз. Соленого — шестью, а множество щетинок на фурке характерно для артемии из оз. Танатар.

Количественное развитие артемии салины закономерно возрастает к середине лета (табл. 2). Для низких показателей биомассы рачков в мае характерна большая численность особей, так как артемия в этот период представлена в основном науплиями. В глубоководном оз. Б. Яровое еще в июне отмечается значительное преобладание науплиальных стадий рачков, и взрослые особи составляли всего 340 экз./м³.

В озерах Куричьем и Танатар в июле отмечены максимальные показатели биомассы, состоящей в основном из большого количества яйценосных самок. В некоторых прибрежных участках биомасса из-за скопления рачков достигает 439,87 г/м³ (Танатар), 84,48 г/м³ (Куричье). Такие участки водоемов успешно можно использовать

для сбора рачков как корма рыбам в сухом или замороженном виде. Ориентировочно запасы артемии в этих двух озерах соответственно 303,6 и 567 т (по сырому весу).

Весьма своеобразно размножение жаброногих рачков, они раздельнополы. Размножаясь половым и партеногенетическим путем, самки артемии могут рождать живых науплиев или откладывать яйца, причем эти способы размножения могут последовательно чередоваться. Самка артемии откладывает от 7 до 89 яиц или личинок с интервалом от 3 до 11 дней. Яйца рачков мелкие, их диаметр 0,2 мм. При живорождении полное развитие яиц заканчивается через 5—6 дней, после чего оболочка яиц легко разрывается и из мешка самок рождаются активные науплии [Ивлева, 1969]. Живорождение наблюдалось в июне в оз. Б. Яровое, при этом вымет науплий достигал 180 шт.

Соотношение полов в разных водоемах неодинаково. Так, в озерах Куричьем и Б. Яровом артемия представлена в основном самками, соотношение полов 1 : 200. В Мормышанских озерах также отмечается преобладание самок, в оз. Соленом соотношение 3 : 5 и лишь в оз. Танатар самцы и самки артемии представлены одинаковым количеством (1 1).

Преобладание партеногенетического размножения в озерах, видимо, свидетельствует о благоприятных условиях обитания в водоеме, что подтверждается и роением артемии [Олейникова, 1975]. Так, в озерах Куричьем и Мормышанском в июле наблюдали скопления артемии в виде лент шириной 0,5—0,7 м и длиной 3—5 м.

Плодовитость артемии из разных озер равнинной зоны Алтайского края сильно варьирует (табл. 3).

В связи с разными условиями обитания (термический и кислородный режим, морфометрия водоема) откладка диапаузирующих яиц и гибель рачков происходят разновременно. В оз. Большое Яровое в 1978 г. начало гибели рачков отмечено 5—6 сентября при большой концентрации живых яйценосных самок. Массовая гибель артемии происходила во второй декаде сентября, в это же время осуществляли и основной сбор яиц. В 1979 г. вследствие резкого похолодания массовая гибель артемии наблюдалась уже в третьей декаде августа, когда и начали сбор яиц. Температура воды около 14°С. В прибрежной прибойной зоне биомасса яиц в придонном слое достигла 151,6 г/м^2. В том же году в Мормышанских озерах в третьей декаде августа наблюдалось массовое отмирание рачков, температура воды была 16° Биомасса яиц в некоторых прибрежных станциях 5,87 г/м^3, а общая биомасса с яйценосными рачками — до 52,79 г/м^3. В оз. Кулундинском для сбора яиц более подходящей оказалась первая декада октября. Наоборот, в небольших и неглубоких озерах, по-видимому, следует начинать сбор раньше, в конце августа. Конкретную дату не можем прогнозировать, так как трудно предсказать в конкретном году термический и кислородный режимы водоемов.

Сборы яиц проводили на оз. Б. Яровое на береговых выбросах или с водной поверхности в литорали озера. Было собрано около

ТАБЛИЦА 3. Генеративная характеристика артемии

Озеро	Длина тела, мм		Средняя плодовитость, шт.	Колебание	Ориентировочный запас яиц в озере, т	
	самки	самцы			1978 г.	1979 г.
Б. Яровое	10,6	8	31	23—48	30,95	89,33
М. Яровое	10,7	—	49	15—94	9,57	20,70
Кулундинское	9,0	—	—	—	63,48	8,47
Куричье	9,0	8,3	14	7—18	26,04	0,47
Мормышанское	8,7	6,8	12	9—16	4,32	4,08
Танатар	8,0	6,0	17	10—22	1,71	0,47

20 (1978 г.) и 37,8 т (1979 г.) сырых яиц. Качество собранных яиц заметно зависит от места сбора: в прибрежных выбросах количество примесей достигает 70—80%, что затрудняет очистку яиц. Особенно загрязнены яйца после штормовых выбросов, менее — при слабом и умеренном волнении (при высоте волны 25—30 см). Сбор яиц в условиях озер первого типа весьма затруднителен: литораль в них развита слабо, доступные глубины простираются на расстоянии 10—15 м, местами берега непосредственно обрываются в озеро. Так, на Большом Яровом с длиной береговой линии 32,6 км собирать артемию можно только в 5—6 местах, составляющих 30,9% береговой линии. Большая часть яиц была собрана непосредственно с водной поверхности, что обеспечило высокий процент их чистоты (около 90%). Качество яиц также было высоким, и примесь оболочек не превышала 15—20%.

Запасы яиц артемии колеблются в различных водоемах, что обусловлено неодинаковыми условиями жизни рачков в каждом году и некоторыми колебаниями плодовитости рачков. Ориентировочный расчет показал, что общий запас в шести обследованных озерах составлял 130 т в 1978 г. и 190 — в 1979 г. Однако сбор яиц возможен пока только в Большом Яровом и Кулундинском, где и сосредоточены максимальные запасы яиц (см. табл. 3). Опыт переработки яиц показал целесообразность строительства специализированного цеха.

ЛИТЕРАТУРА

Аленицын В. Очерк Троицко-Челябинских озер Оренбургской губернии.— Тр. СПб. о-ва естествоисп., 1874, т. 5.

Аникин В. П. К фауне соленых озер Западной Сибири.— Изв. Том. ун-та, 1896, т. 10.

Аникин В. П. Некоторые биологические наблюдения над ракообразными из рода Artemia. Томск, 1898.

Жадин В. И. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. Л.: Изд-во АН СССР, 1961.

Ивлева И. В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М.: Наука, 1969.

Олейникова Ф. А. Артемия — возможный объект акклиматизации в малокормных соленых водоемах.— Изв. ГосНИОРХ, 1975, т. 103.
Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. Т. 6.

УДК 592.473.595.142.3.143

РОЛЬ ОЛИГОХЕТ И ПИЯВОК В ЭКОСИСТЕМАХ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. А. ЗАЛОЗНЫЙ

В комплексе донных организмов, населяющих внутренние водоемы различных типов, важная роль в биологических процессах принадлежит малощетинковым червям и пиявкам. Общеизвестен факт, что водные олигохеты имеют большое значение в круговороте веществ в водоемах как биофильтраторы и ускорители минерализации органических веществ; они активно участвуют в самоочищении водоемов, особенно при антропическом загрязнении. В результате активной деятельности они существенно изменяют микробиологическую обстановку и ферментативную активность среды [Соловьев, 1922; Чекановская, 1962, и др.].

Обладая ценными питательными свойствами [Яблонская, 1935; Григялис, 1966; Кузьмина и др., 1979; и др.], олигохеты и пиявки используются в питании многих промысловых рыб [Лукин, 1957, 1962; Поддубная, 1962; Житенева, 1971; Ярошенко и др., 1972], а многие представители олигохетофауны представляют объект искусственного разведения в интересах рыбоводства [Тимм, 1972, 1974].

Отсюда становится понятным, что основная задача должна решаться в аспекте выяснения оценки червей в биологической продуктивности водоемов Западной Сибири.

Изучение систематического состава червей Западной Сибири начато еще во второй половине прошлого столетия. А. Е. Воскресенский [1859] изложил факты о нахождении медицинской пиявки в различных губерниях России, в том числе в нескольких районах Западной Сибири. По этому поводу он писал: «Западную Сибирь можно назвать одною из богатейших стран пиявками, за исключением, разумеется, самых северных областей ее, в которых и быть не может пиявочных месторождений по климатическим условиям; но зато западные, южные и юго-восточные уезды Тобольской и Томской губернии обладают множеством болот и озер, изобилующих несметными миллионами пиявок... Весьма хорошие месторождения пиявок находятся в Тюменском уезде... Не менее богатые пиявками водохранилища находятся в Омской области, особенно в южных ее пределах, по сю сторону Иртыша...» Далее автор констатирует, что «все южные губернии, от Томска к югу, а также водоемы Кулундин-

ТАБЛИЦА 1. Видовой состав и распределение малощетинковых червей и пиявок в различных регионах Западной Сибири

Вид	Алтай	Верхняя Обь	Кулунда и Бараба	Средняя Обь	Нижняя Обь	Север Западной Сибири	Иртыш
OLIGOCHAETA							
Сем. Aeolosomatidae							
Aeolosoma hemprichi Ehrenb.	—	—	—	+	—	—	—
Сем. Naididae							
Stylaria lacustris (L.)	+	+	+	+	+	+	
St. fossularis Leidy	—	—	—	+	—	—	—
Arcteonais lomondi (Martin)	—	—	—	+	+	—	
Ripistes parasita (Schmidt)	—	+	—	+	+	+	—
Veydovskyella comata (Veydov).	—	+	—	+	—	—	—
V. intermedia (Bretscher)	—	—	—	+	—	—	—
V. macrochaeta (Last.)	—	—	—	+	—		—
Slavina appendiculata (Udekem.)	—	—	—	+	—	—	—
Dero digitata (Müller)	—	+	—	+	—		—
D. obtusa Udekem.	—	—	—	+	—	—	—
Nais barbata Müller	+	+	+	+	+		—
N. pseudobtusa Piguet	+	—	+	+	—	—	+
N. behningi Mich.	—	—	—	+	—	—	—
N. communis Piguet	—	+	+	+	+		—
N. elinguis Müller	—	+	—	+	—	—	—
N. variabilis Piguet	+	+	+	+		+	
N. bretscheri Mich.	—	+	—	+	—	—	—
Specaria josinae (Vejdov.)	—	—	—	+	—	—	—
Ophidonais serpentina (Müller)	—	+	—	+	+	+	—
Uncinais uncinata (Oersted)	+	+	+	+	+	+	+
Piguetiella blanci (Piguet)	—	—	—	—	+	—	—
Homochaeta naidina Bretsch.	—	—	—	+	+	—	—
Paranais litoralis (Müller)	—	—	—	—	+	—	—
P. frici Hrabe	—	+	—	+	—	—	—
Amphichaeta leydigi Tauber	—	—	—	+	—	—	—
Chaetogaster langi Bretsch.	—	—	+	+	+	+	—
Ch. diaphanus (Gruith.)	+	+	+	+	+	+	+
Ch. diastrophus (Gruith.)	+	+	+	+	—	—	+
Ch. setosus Svetlov	—	—	—	+	—	—	—
Pristina foreli Piguet	—	—	—	+	—	—	—
P. longiseta Ehrenb.	—	—	—	+	—	—	—
P. aeguiseta Bourne	—	—	—	+	—	—	—
P. bilobata (Bretscher)	—	—	—	+	—	—	—
Bratislavia palmeni (Munst.)	—	—	—	+	—	—	—
Сем. Tubificidae							
Aulodrilus limnobius Bretsch.	—	+	—	+	+	+	—
A. pluriseta (Piguet)	—	+	—	+	—	—	+
Rhyacodrilus altaianus Mich.	+	—	—	—	—	—	—
Rh. lepnevae Malevich	+	—	—	—	—	—	—
Rh. coccineus (Vejdovsky)	—	—	—	+	—	+	—
Limnodrilns profundicola	+	+	—	+	+	+	+
Limnodrilus udekemianus Clap.	+	+	+	+	+	+	+
L. hoffmeisteri Clap.	+	+	+	+	+	+	+

Вид	Алтай	Верхняя Обь	Кулунда и Бараба	Средняя Обь	Нижняя Обь	Север Западной Сибири	Иртыш
L. claparedianus Ratz.	—	+	—	+	+	—	
Potamothrix hammoniensis (Mich.)	—	+	+	+	+	—	
Psammoryctides albicola (Mich.)	—	—	—	—	+	—	—
P. barbatus (Grube)	+	—	—	+	—	—	—
Tubifex tubifex (Müller)	+	+	+	+	+	+	+
T. ignotus (Stolc)	—	—	—	+	+	—	—
Spirosperma ferox (Eisen)	+	+	+	+	+	+	+
Peloscolex inflatus (Mich.)	—	—	—	—	+	—	—
P. oregonensis Brinkhurst	—	—	—	—	+	+	—
Isochaetides michaelseni Last.	—	—	—	—	+	—	—
Alexandrovia onegensis Hrabe	—		—	—	—	+	—
Сем. Enchytraeidae							
Propappus volki Mich.	—	+	—	—	+	—	+
Enchytraeus albidus Henle	—	—	—	+	—	—	—
Marionina lobata (Bretscher)	—	—	—	+	—	—	—
Сем. Haplotaxidae							
Pelodrilus ignatovi Mich.	+	—	—	—	—	—	—
Haplotaxis gordioides (Hartm.)	+	—	—	—	—	—	—
Сем. Lumbriculidae							
Lumbriculus variegatus (Müll.)	+	+	+	+	+	+	+
Stylodrilus heringianus Clap.	—	—	—	—	+	—	—
Bythonomus lemani (Clap.)	+	—	—	—	—	—	—
Rhynchelmis limosella Hoffm.	—	—	—	+	+	—	—
Rh. tetratheca Mich.	—	—	—	—	+	—	—
HIRUDINEA							
Сем. Acanthobdelidae							
Acanthobdella peledina Grube	—	—	—	—	+	+	—
Сем. Glossiphonidae							
Glossiphonia complanata (L.)	+	+	+	+	+	+	+
G. concolor (Apathy)	+	+	+	+	—	—	—
G. heteroclita (L.)	+	+	+	+	+	—	+
Helobdella stagnalis (L.)	+	+	+	+	+	—	+
Hemiclepsis marginata (Müll.)	—	+	—	+	+	—	+
Protoclepsis tessulata (Müll.)	+	+	+	+	—	—	—
Сем. Ichtyobdellidae							
Piscicola geometra (L.)	+	+	—	+	+	+	+
Cystobranchus mammilatus (Malm)	—	—	—	+	+	+	+
Сем. Hirudinidae							
Hirudo medicinalis L.	+	—	+	—	—	—	—
Haemopis sanguisuga (L.)	+	+	—	+	—	—	—
Сем. Erpobdellidae							
Erpobdella octoculata (L.)	+	+	+	+	+	+	+
E. testacea (Savigny)	+	+	+	+	+	+	+
E. nigricollis Brandes	—	+	+	+	+	—	—

ской и Барабинской степей содержат миллионы пиявок и могут быть названы богатейшими резервуарами этих животных» (с. 172—175).

В настоящее время по этому вопросу складывается другое представление. Еще В. Плотниковым [1907] по коллекционным материалам из Алтая и Е. И. Лукиным [1955а, б] по сборам Б. Г. Иоганзена в 30-е годы из Барабы найдены лишь единичные экземпляры медицинской пиявки. Как показали наши специальные исследования и гидробиологические работы в последние годы, проведенные в различных районах Западной Сибири, медицинская пиявка здесь не обнаружена.

Последующими усилиями немногих специальных исследований коллекционного материала [Михаельсен, 1935; Плотников, 1907; Малевич, 1949; Лукин, 1955а, б], собственных сборов [Светлов, 1947; Петрушевский и др., 1948; Семерной, 1970; Залозный, 1972а, 1973а, б, 1976, 1979а, б; и др.], проведенных общегидробиологических работ наиболее полно выявлен систематический состав олигохет (65) и пиявок (14) (табл. 1).

Основной водной артерией изучаемого региона является р. Обь — одна из крупнейших рек нашей страны.

Река Обь простирается от устьев рек Бии и Катуни (последние лежат целиком в пределах гор Алтая) до Обской губы и прорезает несколько ландшафтных зон (степную, лесостепную, таежную, лесотундровую и тундровую), что обусловливает смену одного экологического комплекса червей другим.

Как отмечает Б. Г. Иоганзен [1953], «огромная территория, разнообразные географические ландшафты, весьма различный характер рек — от горных потоков до заморных болотно-таежных речек, и не менее разнообразные типы озер — от ультраолиготрофных до суперэвтотрофных и дистрофных, разная степень минерализации, загрязненности и заморности вод — все это создает предпосылки для неравномерного распределения представителей... на территории бассейна и образования отдельных характерных комплексов форм» (с. 14).

Многолетние исследования многих авторов дают нам возможность провести анализ с целью выяснения характерных комплексов олигохет и пиявок, выявить естественные районы, различающиеся по числу видов, и установить их значение как компонентов в биологических процессах экосистем водоемов Западной Сибири.

Всю территорию Западной Сибири принято делить на Западно-Сибирскую равнину (85% всей площади) и Алтайскую горную страну (15%).

Водоемы Алтая располагаются на большой высоте (до 2000 м над уровнем моря и более) и, как правило, ультраолиготрофного типа. В пределах этого района довольно хорошо изучено Телецкое озеро, относящееся к глубочайшим водоемам СССР.

Для обследованного озера отмечено 16 видов олигохет [Михаельсен, 1903; Малевич, 1949] и 4 вида пиявок [Лепнева, 1949]. Описанные два новых вида (Pelodrilus ignatovi, Rhayacodrilus lepnevae) до последнего времени нигде, кроме этого водоема, не найдены.

Обстоятельные исследования С. Г. Лепневой [1937, 1949; и др.] позволили ей выделить в Телецком озере три экологические зоны: литораль, сублитораль и профундаль, различающиеся как по составу, так и по продукционным возможностям гидробионтов. Эти различия в каждой зоне обусловлены прежде всего приспособлением организмов к грунтам и температуре воды.

Не вдаваясь в подробные сопоставления и различия олигохетофауны оз. Телецкого как в целом, так и на отдельных акваториях, отметим лишь, что прибойная песчаная и галечная полосы Телецкого озера населены организмами бедно. В более глубоких горизонтах литорали появляется комплекс широко распространенных олигохет (Chaetogaster diaphanus, Ch. diastrophus, Nais pseudobtusa, Limnodrilus udekemianus и пиявок (Erpobdella octoculata, Glossiphonia complanata). Эти виды дают максимальную частоту встречаемости на заиленном грунте затишно-зарослевой литорали, которая характеризуется обилием легкоусвояемой органической массы. В биоценозах каменистой зоны продуцирование олигохет и пиявок незначительно. Средняя плотность поселения малощетинковых червей 170 экз/м^2 (или 43,7% всего бентоса), а биомасса 0,28 г/м^2 [или 42,0%; Лепнева, 1966].

В области возрастания глубин наидидный комплекс олигохет полностью исчезает и заменяется тубифицидами (Limnodrilus profundicola, Pelodrilus ignatovi, Tubifex tubifex, Spirosperma ferox), количество которых колеблется от 50 до 940 экз/м^2 (до 68% общего состава) с биомассой 0,5—5,0 г/м^2. В пелофильных биоценозах встречаются немногочисленные пиявки Glossiphonia complanata, Piscicola geometra.

В профундали озера фауна становится монотонной. В минерализированных илах при постоянно низкой температуре на дне, но в условиях изобилия кислорода в бентосе преобладают малощетинковые черви (Bythonomus lemani, Pelodrilus ignatovi, Haplotaxis gordioides, Rh. lepnevae), представленные, по выражению И. И. Малевича [1949], степотермными, холодноводными формами, заселяющими исключительно или по преимуществу глубоководную зону озера. По величине биомассы эти виды составляют до 87% глубоводного бентоса.

Исходя из состав бентоса и его количественного учета, наиболее продуктивными участками дна Телецкого озера являются сублитораль и отчасти верхняя профундаль, представляющие последнюю глубинную зону, широко используемую рыбами в качестве кормового участка площади дна [Лепнева, 1950].

Обследованные нами высокогорные озера Сарулу-коль, Талдуколь и др. (высота над уровнем моря 1800—2200 м — Улаганский район) характеризуются бедностью видового состава олигохет (9 видов) и пиявок (4 вида). На каменистой литорали, среди обрастания нитчатых водорослей и заиленном песке отмечается массовое скопление пиявок Erpobdella octoculata, Protoclepsis tessulata, Glossiphonia complanata (10—340 экз/м^2). Основное ядро малощетинковых червей составляют в порядке убывания Tubifex tubifex, Limnodri-

lus hoffmeisteri, L. profuundicola, Chaetogaster diastrophus, Nais barbata.

По количеству организмов преобладающее значение принадлежит моллюскам, личинкам хирономид и гаммарусам. Олигохеты составляют до 36,5% по количеству и до 14,9% по биомассе бентоса. Наши материалы в значительной степени перекликаются с данными С. Г. Лепневой [1933, 1950] по высокогорным озерам Горного Алтая.

Бассейн Верхней Оби (от слияния рек Бия и Катунь до устья р. Томь) изобилует разнотипными водоемами. Само русло Оби испытывает на себе влияние близлежащей горной системы Алтая.

В Верхней Оби отмечается различие в заселенности отдельных субстратов. Олигохеты в основном приурочены к затишным участкам с заиленным песком и илом, являющимся наиболее благоприятными в экологическом отношении для развития червей. В таких биотипах С. Г. Лепнева [1930] отмечает олигохет Stylaria lacustris, Ophidonais serpentina, Potmothrix hammoniensis, Limnodrilus udekemianus, Spirosperma ferox, которые по своей экологии принадлежат к группе, связанной с реками и большими стоячими водоемами.

Судя по имеющимся в нашем распоряжении материалам по олигохетофауне Верхней Оби в районе Новосибирска (в 720—770 км от слияния рек Бия и Катунь), происходят сукцессионные преобразования в составе червей, выразившиеся в увеличении доли наидидного комплекса (11 видов), хотя руководящее значение по обилию остается за тубифицидами (Limnodrilus hoffmeisteri, Tubifex tubifex и Spirosperma ferox, до 215 экз/м^2). В настоящее время олигохетофауна Верхней Оби насчитывает 26 видов, среди которых впервые отмечены Veydovskyella comata, Nais elinguis, N. bretscheri, Dero digitata, Limnodrilus claparedeanus, Propappus volki и др., характеризующиеся неравномерным распределением по биотопам и встречающиеся с довольно низкой численностью (до 40 экз/м^2), особенно на песчаных биотопах.

Концентрируясь главным образом в береговой зоне реки, олигохеты достигают здесь наибольшего развития, особенно в местах с более пониженной проточностью и с повышенной интенсивностью заиления грунтов (до 2,086 г/м^2, что составляет 88,01% всего зообентоса; Романова, 1963). Однако локализация олигохет наблюдается и на илистом песке и песчаном иле, которые характеризуются довольно высокими показателями биомассы червей — от 0,09 до 0,68 г/м^2 (14%) [Петкевич. Иоганзен, 1958].

Фауна пиявок Верхней Оби бедна в количественном отношении и небогата видами. Данные Е. И. Лукина [1955а, б] свидетельствуют о наличии всего лишь 4 видов: Erpobdella octoculata, E. testacea, Glossiphonia complanata, Helobdella stagnalis, которые весьма скромно населяют лишь крупную гальку и илистый песок и дают незначительную биомассу — от 0,48 до 1,2 г/м^2 [Петкевич, Иоганзен, 1958; Романова, 1963].

После зарегулирования стока Верхней Оби плотиной Новосибирской ГЭС в водохранилище в связи с его высоким водообменом про-

изошла передислокация иловых отложений, что создало для донных организмов динамичность среды обитания [Благовидова, 1969а].

В период формирования водохранилища продолжалась смена реофильного комплекса гидробионтов пелореофильным, пелофильным и фитофильным, что привело к расширению видового состава червей и увеличению их количественных характеристик.

Олигохеты в водохранилище являются постоянными компонентами зообентоса и как гомотопные организмы используются рыбами в пищу, особенно в период их нагула, когда происходит резкое снижение кормов в связи с вылетом хирономид. В. М. Круглова и другие исследователи отмечают, что вылет хирономид вызывает на 2—3 месяца изменение постоянства биоценозов, и в нем начинают доминировать олигохеты.

Для Новосибирского водохранилища известны 13 видов олигохет и 8 видов пиявок [Благовидова, Залозный, 1976].

Пространственное распределение олигохет, однако, не отличается значительной степенью агрегированности. У наиболее массовых видов (Tubifex и L. hoffmeisteri) скопления особей довольно равномерны лишь на серых илах, господствующих как на русловых участках, так и открытых пространствах затопленной поймы и в больших заливах. Приуроченность других видов олигохет, особенно наидид (Nais barbata, N. variabilis, Stylaria lacustris, Ripistes parasita), четко обнаруживается на участках слабозаиленных грунтов мелководий, заросших макрофитами, обладающих довольно высокими продукционными возможностями, которые, по мнению Л. А. Благовидовой [1969б] могут быть после соответствующей мелиорации и устройства нагульных хозяйств использованы для повышения рыбопродуктивности Обского моря.

Многолетние стационарные наблюдения показали, что в процессе становления и стабилизации биологического режима водоема олигохеты характеризовались довольно высокими показателями. Наиболее продуктивными биотопами для червей оказались серые илы Среднего плеса (2,7 г/м^2), Ирменского плеса (3,8 г/м^2), Приплотинного плеса (2,9 г/м^2), составляющие до 40% биомассы зообентоса [Благовидова, 1969в]. Основная роль по удельному весу везде принадлежит тубифицидам, главным образом Tubifex tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri, являющимся наиболее частыми и обильными в зоне мелководий, но особенно на больших глубинах (до 19 м), дающие максимальную численность (до 1600 экз/м^2).

В среднем биомасса олигохет по сезонам колеблется в пределах 0,412—0,115 г/м^2, составляя от 5 до 23% общей биомассы бентоса. Наибольшие их биомассы приурочены к участкам русла за счет высокой численности тубифицид [Благовидова, 1976].

Аналогичные изменения развития червей наблюдаются и в Бухтарминском водохранилище, сформированном за счет исходных водоемов — р. Иртыш, нижнего течения его притоков, пойменных водоемов и оз. Зайсан. В отличие от ранее исследованного оз. Зайсан [Нельзина, Масленникова, 1938], где в составе бентоса олигохеты занимали всего 23% с ведущей ролью в отдельных биотопах

Limnodrilus hoffmeisteri, Tubifex tubifex, во вновь образованном водоеме малощетинковые черви относятся к числу доминирующих видов, частота встречаемости которых колеблется от 60,2 до 81,6% донной фауны [Тютеньков, 1972]. Своего максимального значения они достигают в глубоководной зоне (20 м и более) и составляют основу макрозообентоса (1100 экз/м² и 6,45 г/м²; Шендрик, 1972). Остаточная биомасса червей по всему водохранилищу 1,02 г/м² при средней численности 263 экз/м² [Козляткин и др., 1973].

Состав пиявок Новосибирского водохранилища складывается из 9 видов, среди которых наибольшее значение имеют Piscicola geometra, Helobdella stagnalis, Erpobdella octoculata. Необходимо отметить, что последний вид в первые годы существования водохранилища претерпевал значительную сезонную периодичность и в ряде случаев отмечалось исчезновение этой пиявки из привычных для ее обитания биотопов [Благовидова, Залозный, 1976]. В последнее время она оказалась самой многочисленной, встречаясь на макрофитах и илах заливов на глубине до 10 м и более. Подобное в заселении новых биотопов некоторыми видами червей указывалось для Куйбышевского и других водохранилищ [Лукин, 1976]. Удельный вес же остальных видов пиявок в зообентосе водоема занимает весьма скромное место, за исключением, по-видимому, эктопаразитов рыб, которые в свободном состоянии обнаруживаются значительно реже. В ряде случаев, например, Piscicola geometra приносит ощутимый вред рыбному хозяйству. По данным Э. И. Скрипченко [1972], экстенсивность заражения осетра этой пиявкой доходит до 64%, а интенсивность — до 21 экз. По нашим наблюдениям, обыкновенная рыбья пиявка Верхней и Средней Оби паразитирует на стерляди, бычке-подкаменщике, щуке, карасе, причем интенсивность заражения не превышала 4—5, а экстенсивность у отдельных видов, например, стерляди, доходила до 30%, у карася — до 9% [Залозный, 1976].

Численность и биомасса червей притоков Верхней Оби представляет довольно пеструю и динамичную картину. Большие скорости течения налагают свой отпечаток на биоценозы песчаных и иных грунтов. Лишь на отдельных участках, в местах аккумуляции ила, происходит заселение их червями. В реках Бия и Катунь олигохеты занимают биотопы заиленных песков и галечников, где биомасса малощетинковых червей незначительна и колеблется от 0,001 (р. Катунь) до 0,228 г/м² (р. Бия), а пиявок — до 0,002 г/м², что составляет 7—11% биомассы макробентоса. Незначительную биомассу олигохеты дают на разных грунтах и в других притоках Верхней Оби: реках Ануй, Чарыш, Барнаулка, Чумыш, Алей и др. На более продуктивных биотопах (заиленный песок и глина) биомасса олигохет минимальная, достигающая 0,021 г/м², а пиявок — до 1,284 г/м² [Романова, 1963].

Существенные изменения биопродуктивности зообентоса отмечаются в более крупном и достаточно хорошо изученном притоке Верхней Оби — р. Томь и водоемах ее поймы. В ряде работ по изучению гидрофауны бассейна нижнего течения р. Томь зарегистри-

ровано для исследованных водоемов 37 видов малощетинковых червей [Светлов, 1947; Залозный, 1973б; и др.] и 11 видов пиявок [Круглова, 1951; Лукин, 1955а, б; Залозный, 1976].

Судя по результатам исследований, в населении речных вод среди олигохет и пиявок фаунистических отличий обычно не обнаруживается либо они касаются крайне малочисленных видов и случайны. В видовом отношении малощетинковые черви весьма разнообразны и представлены преимущественно наидидами (14 видов), среди которых превалируют Ophidonais serpentina, N. variabilis, N. barbata, Uncinais uncinata, Chaetogaster langi. Вместе они составляют 6,2—26,1% общей численности олигохет. К большой группе малочисленных, но постоянно встречающихся видов относятся Chaetogaster diastrophus, Nais elinguis, Dero digitata и др., обилие которых не превышает 20—30 экз/м². Заслуживает внимания нахождение в р. Томь солоноватоводного Paranais frici [Залозный, 1976]. Обитание в речных водах тубифицид, особенно Limnodrilus hoffmeisteri и Tubifex tubifex, определяет основу динамики обилия и биомассы олигохет.

Само русло Томи и ее притоки по продуктивности отдельных биотопов может иметь определенное значение только на участках заиленных песчаных и песчано-галечных грунтов прибрежных зон с замедленным течением воды. В этой части рек летняя средняя биомасса олигохет составляет 0,32 г/м² с крайними колебаниями от 0,06 до 0,87 г/м², а пиявок — 0,17—0,4 г/м². Основная роль по удельному весу почти везде принадлежит тубифицидам, главным образом Tubifex tubifex Limnodrilus hoffmeisteri, а пиявкам рода Glossiphonia, Erpobdella. При сравнении материалов по бентосу [Иогансен и др., 1951; Файзова, 1973] р. Томь и ее притоков (реки Ушайка, Басандайка, Черная и др.) отмечаются весьма существенные колебания червей. Так, в Черной речке основное значение принадлежит олигохетам (1,2 г/м²) и пиявкам (1,5 г/м²), тогда как в Томи, Басандайке и других реках черви уступают моллюскам и личинкам хирономид, составляя до 20% состава биомассы бентоса. Интенсивное развитие олигохет выражено в местах бытовых и промышленных сбросов. Здесь они представляют почти единственную группу зообентоса, развиваясь до 7000 экз. м² и более.

В биологическом отношении пойменные водоемы р. Томь значительно отличаются от речных вод. Они обеспечивают относительную стабильность экологических условий, в результате чего развивается богатая фауна. Основной фон донных организмов представлен преимущественно фитофилами и пелофилами благодаря развитию пышной водной растительности и иловых отложений. Отличительной особенностью является большое развитие олигохет (Stylaria lacustris, Ripistes parasita, Nais barbata, N. variabilis, Limnodrilus hoffmeisteri, Tubifex tubifex, Lumbriculus variegatus), достигающее до 30—40% общего количества животных.

По нашим данным и материалам осенне-зимней съемки [Файзова, 1973], обилие олигохет колеблется от 10 до 2460 экз/м², пиявок — от 5 до 33 экз./м². Основную массу составляют моллюски и

личинки хирономид; олигохеты в общей величине биомассы только как исключение имеют большое значение. При колебаниях общей биомассы бентоса 0,1—80,1 г/м² на долю олигохет приходится от 0,25 до 3,96 г/м², пиявок — 0,5—12,9 г/м².

Специальные исследования динамики донных сообществ водоемов окрестностей Томска, проведенные Б. Г. Иоганзеном [1951], Б. Г. Иоганзеном, Л. В. Файзовой [1979], показали закономерное перераспределение соотношения их численности и биомассы в течение года и направленном увеличении количественных показателей от текучих вод к стоячим.

Из этих материалов следует, что в водоемах Томи явно проявляется синхронность изменений летних и осенних биомасс. Иногда динамика олигохет имеет промежуточный характер между динамикой их осенних и весенних биомасс, что связано с гидробиологическими условиями в отдельные годы. Общей закономерностью для всех водоемов бассейна Томи является повышение биомассы малощетинковых червей от лета к осени и зиме и минимум их летом. Аналогичная картина годовой динамики червей отмечена для ряда водоемов Верхней и Средней Оби [Благовидова, 1963, 1969б], Верхнего Чулыма [Христенко, 1953].

Бассейн Средней Оби расположен между устьями рек Томь и Иртыш и занимает обширную территорию центральной части Западно-Сибирской низменности. Средняя Обь и ее крупные притоки (реки Чулым, Кеть, Тым, Вах, Васюган и др.) образуют систему придаточных водоемов и широкие поймы с заливными озерами. На водоразделах рек расположены непойменные «материковые» озера и болота.

Характерной особенностью рек с заболоченными бассейнами является содержание в них большого количества растворенных и коллоидных органических веществ, вызывающих зимний замор. Заморный район р. Оби начинается с устья Кети и охватывает обширную (1,3 млн. км²; Мосевич, 1947) область таежной зоны, причем недостаток кислорода в воде возрастает вниз по течению до устья Оби и южной части Обской губы. Казалось бы, предельно глубокий дефицит кислорода в зимнее время может существенно снизить продуктивность водоемов. Специальные исследования Ц. И. Иоффе [1947], З. А. Филатовой [1948] и других убедительно показали, что в районах, где наблюдаются зимние заморные явления, бентические организмы, особенно обладающие широкой экологической валентностью, все же благополучно переносят неблагоприятные условия и на отдельных участках образуют высокую плотность популяции.

По бентосу водоемов бассейна Средней Оби имеется обширная литература, отражающая продукционные данные различных групп гидробионтов. На фоне макробентического сообщества организмов в различных типах водоемов олигохеты, а иногда пиявки имеют довольно высокую частоту встречаемости и играют важную роль в биомассе. За период исследований выявлено 50 таксонов олигохет и 12 видов пиявок, на долю которых приходится 40—60% числен-

ности и 14—25% биомассы всего макрозообентоса водоемов Средней Оби [Залозный, 1979а, б].

Продуцирование обеих групп червей в Средней Оби и ее притоках находится в прямой зависимости от типа грунта, особенности которого, в свою очередь, зависят от скорости течения. Почти совсем безжизненными оказались медиали русел рек вследствие подвижности на дне чистых песков (как по мощности, так и по площади занимают первое место), создающих неустойчивый субстрат для обитания червей. В русле, на фарватере, изредка встречаются Limnodrilus udekemianus, Tubifex ignotus с численностью до 20 экз./м², а биомасса бентоса, по Л. А. Благовидовой [1963], не достигает 1 г/м².

Изменение показателей численности червей в реках находится в непосредственной зависимости от накопления ила. На заиленном песке и илистых биотопах олигохеты составляют 31,9% от общего числа организмов и 24,4% по биомассе [Романова, 1949]. Постоянными компонентами данных участков являются Chaetogaster langi, Uncinais uncinata, Limnodrilus hoffmeisteri, T. tubifex с численностью до 720 экз./м² [Залозный, 1972б]. Встречаемость последних двух видов достигает соответственно 42,0 и 14,0% [Иоганзен, Файзова, 1978]. Пиявки (Erpobdella octoculata, Helobdella stagnalis) не образуют большой плотности (5—15 экз./м²) и биомассы (0,06 г/м²), хотя на каменистой литорали их обилие возрастает до 80 экз./м².

Данные исследований р. Иртыш и его притоков (реки Тобол, Конда, Тавда, Вагай и др.) показывают, что по сравнению с Обью качественный состав олигохет и их количественное развитие не отличаются заметным превосходством, даже наоборот [Залозный, 1973а]. Особенно обильным развитием малощетинковых червей выделяются лишь илистые грунты заливов с замедленным течением. По Ц. И. Иоффе [1947], здесь олигохеты присутствуют в 100% проб. Качественный состав последних представлен T. tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri, L. udekeminus и др., численность которых колеблется от 40 до 6520 экз./м², в среднем — 700 экз./м² [Долгин и др., 1973]. Биотопы уплотненной и мягкой глины, песчано-илистые и особенно песчаные бедны червями. Их массовое скопление на данных грунтах может служить индикатором аккумулятивных процессов у дна реки.

В генетическом ряду придаточные водоемы Средней Оби являются переходным типом от речных вод к пойменным и характеризуются богатым развитием донной фауны в качественном отношении и количественном развитии. Олигохеты во многих донных биоценозах по численности составляют до 44,0% макробентоса, в некоторых водоемах их количество доходит до 3325 экз./м² и выше [Романова, 1949]. Обилие олигохет (Limnodrilus hoffmeisteri — индекс доминантности 14,5; Tubifex tubifex — 1,26; L. udekemianus — 0,40) [Иоганзен, Файзова, 1978] и пиявок (Glossiphonia concolor, Erpobdella octoculata, Protoclepsis tessulata), несомненно связано с большим разнообразием биотопов и наличием водной растительности. В летнее время общая биомасса бентоса выше, чем в реках,

и колеблется от 10,6 до 23,5 г/м² и более, а биомасса червей — от 1,4 до 6,1 г/м² [Залозный, 1972б].

Бассейн Средней Оби изобилует пойменными водоемами. Они разнообразны по форме, глубине, зарастаемости макрофитами, по степени заморности и другим признакам. Фауна олигохет пойменных озер самая многочисленная (32 вида, или 74,4% общего числа видов олигохет бассейна Средней Оби). Неоднородность их состава обеспечивается не только пело- и псаммофильными, но и фитофильными видами. В прибрежной полосе, в зоне зарослей, доминируют наидиды, представленные Stylaria lacustris, S. fossularis, Ripistes parasita, Chaetogaster diaphanus, Nais variabilis и др. Из тубифицид в литоральной и профундальной зонах озер населены преимущественно Limnodrilus hoffmeisteri, Tubifex tubifex, Spirosperma ferox, L. variegatus и др.

По рыбохозяйственному значению среди пойменных водоемов можно выделить три группы [Вовк, 1951; Иоганзен, 1972]: озера низкого, среднего и высокого уровня заливания, которые различаются по минерализации и гумификации органических веществ, имеют различную продуктивность.

Пойменные озера низкого уровня заливания являются наиболее молодыми по происхождению. Они располагаются в низких участках поймы рек в большинстве цепочкой и ежегодно связаны с реками, причем эта связь кратковременно может теряться только в межень. В этих водоемах постоянно происходит обмен водных масс, интенсивное отложение илов.

Для данной группы озер характерно массовое развитие тубифицид (Tubifex tubifex и Limnodrilus hoffmeisteri), которые нередко составляют высокую плотность популяции — до 2—3,5 тыс. экз./м² [Благовидова, 1963]. Обилие пиявок (Helobdella stagnalis, Glossiphonia heteroclita, G. complanata) не превышает 80 экз./м². В целом обилие донной фауны (в среднем 1170 экз./м²) и высокая ее биомасса (47,1 г/м²) делают эти озера хорошими кормовыми угодьями для туводных рыб Оби и ее притоков.

Пойменные озера высокого уровня заливания располагаются на периферии поймы, часто на ее границах, и характеризуются не периодической связью с рекой, а лишь в годы особо высоких половодий. Озера сильно зарастающие, ежегодно заморные, накопление илов происходит медленно. Олигохеты и пиявки в этих водоемах довольно однообразны и представляют совокупность организмов, характерных для илов, богатых органическими веществами. В открытой части озер встречаются Spirosperma ferox, Lumbriculus variegatus, Tubifex tubifex и L. hoffmeisteri с преобладанием последнего. Среди пиявок превалируют Glossiphonia complanata, Erpobdella octoculata, приуроченные в своем распространении к прибрежным зонам. Биомасса червей варьирует от 0,24 до 0,98 г/м² при численности от 340 до 1760 экз./м².

Пойменные водоемы (соры) среднего уровня заливания характеризуются высокими количественными показателями развития олигохет, при ограниченном их видовом разнообразии и доминиро-

вании в прибрежье Stylaria lacustris, Nais variabilis, Chaetogaster limnaei, и др., а в профундали Spirosperma ferox и L. variegatus. Как отмечает Г. П. Романова [1949], на заливных лугах наибольшей численности (1498 экз./м^2, или 43,3%) и биомассы (8,224 г/м^2, или 46,1%) достигают олигохеты, представленные в основном Lumbriculidae. Из пиявок в сорах обычны Glossiphonia complanata, G. heteroclita, Helobdella stagnalis, Erpobdella octoculata, Piscicola geometra с численностью до 120 экз./м^2 и биомассой 5,13 г/м^2.

Сопоставление состояния зообентоса сходных и почти однородных по своему лимнологическому характеру пойменных водоемов Иртыша показывает, что величина продуктивности донной жизни обусловливается интенсивным развитием малощетинковых червей. Некоторые водоемы, по выражению Г. М. Фридмана [1937], можно классифицировать по подавляющему значению в бентосе червей (71—75% всего населения) как олигохетный тип водоемов.

Напойменные, или «материковые», озера Средней Оби весьма разнообразны: они в разной степени заболочены, проточные и замкнутые, заморные и незаморные. По происхождению это либо озера древней поймы рек, либо производные торфяников [Орлов, 1963].

Фауна олигохет непойменных озер представлена довольно бедно (13 видов) в силу того, что экологические условия среды для обитания в них червей становятся менее благоприятными. Среди наидид появляются Veydovskyella comata и Slavina appendiculata, являющиеся индикаторами гумифицированных субстратов. В равной степени это относится к Spirosperma ferox и Lumbriculus variegatus. Наиболее часто встречающимися видами олигохет становятся Limnodrilus hoffmeisteri (25,0%) и Tubifex tubifex (9,3%). Индекс доминантности первого вида 1,08, второго — 0,30 [Иоганзен, Файзова, 1978]. Общая средняя численность червей невысокая (480 экз./м^2, или 38,4%) со средней биомассой 0,7 г/м^2 [Залозный, 1972б]. Пиявки (Erpobdella octoculata, E. testacea, Helobdella stagnalis) в основном занимают илистые биотопы с макрофитами. Их численность не выше 80 экз./м^2 (1,5%). На чрезвычайно низкую производительность бентоса, в том числе и олигохет, некоторых непойменных озер бассейна Иртыша указывает Ц. И. Иоффе [1947], Барабинской и Кулундинской степей — Л. А. Благовидова [1973]. В частности, анализ состояния гидрофауны бессточных водоемов юга Западной Сибири показывает, что факторами, угнетающе действующими на развитие зообентоса, являются систематические ежегодные зимние заморы и повышение минерализации воды, в результате чего наблюдаются изменения видового состава и сокращение их численности и биомассы (от 0,4 до 6,5%, и лишь в некоторых водоемах она резко возрастает — до 60% всего состава организмов).

В болотах обилие и биомасса олигохет характеризуются низкими показателями. Гумификация веществ, высокая кислотность среды, торфянистые грунты отрицательно сказываются на развитии обитателей, в том числе и олигохет, особенно пиявок. Среднее обилие малощетинковых червей 95 экз./м^2, биомасса 0,2 г/м^2. В отдельных участках болот численность олигохет достигает 300 экз./м^2 и более

при весе 9,4 г/м^2 за счет крупных энхитреид, которые могут представлять около 100% всех обитателей болот.

Несколько иная картина в развитии зообентоса наблюдается в Нижней Оби. Частые колебания уровня, колебания скорости течения, низкая температура воды и почти отсутствие макрофитов обусловливает сравнительную ограниченность видового состава олигохет и пиявок (соответственно 31 и 10 видов).

Количественное развитие малощетинковых червей в речных биотопах характеризуется низкими показателями. Это особенно свойственно песчаным участкам дна фарватера рек, лишенным бентических организмов. Заиленные песчаные грунты прибрежных зон заселены разнообразно и обильно. При общей средней летней биомассе зообентоса 3,4 г/м^2 и численности 177 экз./м^2 на долю олигохет приходится соответственно 0,45 г/м^2 (13,2%) и 55 экз./м^2 (31,0%) [Долгин и др., 1973].

Развитие пелореофильного биоценоза Нижней Оби зависит от степени аккумуляции органического вещества, особенно на участках, находящихся под влиянием довольно крупных притоков. Здесь количество организмов и биомасса зообентоса резко возрастают, соответственно увеличиваются численность (335—665 экз./м^2) и биомасса олигохет (0,6 г/м^2) [Иоффе, 1947]. Основа количественных показателей представлена преимущественно тубифицидным комплексом, состоящим из Limnodrilus hoffmeisteri, Tubifex tubifex и в меньшей степени L. profundicola, Potamothrix hammoniensis и Spirosperma ferox. Пиявки (E. octoculata и G. complanata), являющиеся довольно частыми компонентами, не отличаются обилием (5—15 экз./м^2).

Характерным элементом нижнеобского бассейна является его пойменно-соровая система, характеризующаяся исключительным развитием и обладающая довольно богатыми кормовыми ресурсами. Согласно результатам исследований Ц. И. Иоффе [1947], в сорах бентос разнообразен и представлен преимущественно фитофильными и пелофильными организмами, причем продуктивность гидробионтов возрастает по мере продвижения их к северу. Такое явление находит свое отражение в особенностях грунтов. В сорах низовья благодаря удобряющему влиянию весеннего половодья имеют весьма значительную питательную ценность и стимулируют развитие макробентоса.

Летние съемки соровой системы показали, что средняя численность олигохет в пелофильных биоценозах колеблется от 415 до 6243 экз./м^2 с биомассой от 0,808 до 29,0 г/м^2 [Иоффе, 1947].

Можно предположить, что столь высокую величину биомассы (29,0 г/м^2) олигохеты могут образовывать только как исключение либо за счет крупных особей Rynchelmis limosella, R. tetratheca, обилие которых достигает 120 экз./м^2.

В противоположность данным указанного автора, полученная нами средняя биомасса олигохет несколько меньше. При общей средней биомассе бентоса 10,2 г/м^2 и численности 823 экз./м^2 на долю малощетинковых червей приходится 0,47 г/м^2 и 6,2% числен-

ности [Долгин и др., 1973]. Большое распространение в пойменно-соровой системе имеют олигохеты Stylaria lacustris, C. limnaei, Nais variabilis, Limnodrilus hoffmeisteri, Tubifex tubifex и др., пиявки — Erpobdella octoculata, Glossiphonia hetroclita, G. complanata, Helobdella stagnalis.

Особенности биологического продуцирования Обской и Тазовской губ достаточно хорошо освещены Ц. И. Иоффе [1947] и А. С. Лещинской [1962]. Авторы констатируют, что олигохеты распространены повсеместно, не обнаруживая заметной приуроченности к отдельным биотопам. В Тазовской и в южной опресненной части Обской губах руководящее положение по обилию на илистых биотопах занимают олигохеты (до 77%); по биомассе они дают 34% всего бентоса. Большое распространение имеют Limnodrilus hoffmeisteri, S. ferox и представители сем. Limbriculidae, являющиеся наряду с другими группами организмов основной пищей ряпушки и муксуна [Лещинская, 1962].

Пиявки обнаруживаются довольно редко (Glossiphonia sp.), за исключением Acanthobdella peledina, которая паразитирует преимущественно на лососевых рыбах [Петрушевский и др., 1948].

В средней и северной частях Обской губы пресноводный комплекс организмов заменяется солоноватоводными (амфиподы, полихеты, гаммариды и др.). Олигохеты не обнаружены.

Водоемы Крайнего Севера Западной Сибири расположены в зонах многолетней мерзлоты и весьма сурового климата. Режим их суров, что наложило определенный отпечаток на развитие в них фауны олигохет и пиявок. Поэтому фаунистические комплексы и экологические особенности входящих в них видов обладают довольно широкой экологической валентностью.

Расположенная в зоне тундры речная и озерная системы бедны водными растениями; в больших по площади озерах, а также реках они почти отсутствуют, в малых — не отличаются обилием. Грунт дна водоемов — заиленный песок, галька, серый ил, торфяной детрит. Многие озера тундры находятся в стадии зарастания сплавинами.

Список олигохет, обнаруженных на Крайнем Севере, включает 19 видов, пиявок — 6, большинство которых относится к рангу индифферентных, эвритермных и с широким ареалом [Залозный, 1979а].

Исключение составляют олигохета Alexandrovia onegensis с локальным распространением и разорванным ареалом и пиявка Acanthobdella peledina, которая приурочена к северным широтам Евразиатского материка.

Малощетинковые черви в тундровых водоемах занимают ведущее положение в составе биоценоза, формирующегося на илисто-песчаных грунтах озер. Так, в водоемах системы Ярро-то (п-ов Ямал) основу фауны олигохет составляют Tubifex tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri и Spirosperma ferox, достигающие 1200 экз./м². Несколько в меньших количествах встречаются L. profundicola (до

ТАБЛИЦА 2. Количество и биомасса малощетинковых червей и пиявок в водоемах Западной Сибири

Тип водоема	Бентос		Олигохеты				Пиявки			
	обилие	биомасса	обилие		биомасса		обилие		биомасса	
	экз./м²	г/м²	экз./м²	%	г/м²	%	экз./м²	%	г/м²	%
Речные воды	420—2160 / 1290	1,5—32,2 / 16,8	20—1640 / 830	4,7—75,9 / 40,3	0,03—5,6 / 2,8	2,0—17,31 / 9,6	10—60 / 35	2,3—2,77 / 2,5	0,9—2,7 / 1,8	8,4—60,0 / 34,2
Придаточные водоемы рек	630—2680 / 1655	5,2—41,8 / 23,5	280—2280 / 1280	44,4—8,50 / 64,7	0,4—7,1 / 3,7	7,6—16,9 / 12,3	20—100 / 60	3,1—3,7 / 3,4	1,2—8,0 / 4,6	19,1—23,0 / 21,0
Пойменные водоемы	990—9040 / 5015	3,4—62,7 / 33,0	320—4340 / 2330	32,3—48,0 / 40,1	0,6—9,2 / 4,9	14,6—17,6 / 16,1	40—120 / 80	4,0—1,3 / 2,6	1,5—13,8 / 7,6	44,1—22 / 33,0
Непойменные озера	360—1930 / 1145	0,8—7,6 / 4,1	120—840 / 480	33,3—43,5 / 38,4	0,2—1,3 / 0,7	25,0—17,3 / 21,1	4,0—40,0 / 22,0	1,1—2,0 / 1,5	0,3—1,9 / 1,1	37,5—5,3 / 21,4
Болота	80—730 / 405	0,2—2,3 / 1,7	10—180 / 95,0	12,5—24,6 / 18,5	0,02—0,4 / 0,2	10—17,3 / 13,6	—	—	—	—
Всего	80—9040 / 1902	0,2—62,7 / 15,8	10—4340 / 1003	—	0,02—9,2 / 2,4	—	4—120 / 39,4	—	0,3—13,8 / 2,9	—

240 экз./м^2) и A. onegensis (20—220 экз./м^2). Максимальное обилие пиявок (E. octoculata, E. testacea, G. complanata) 5—30 экз./м^2.

В пойменных водоемах Гыданского полуострова, являющегося частью Западно-Сибирской равнины, при средней численности зообентоса 321,9 экз./м^2, на долю олигохет приходится 29,0%, пиявок — 0,19% [Гундризер и др., 1978].

Литоральная зона с макрофитами населена в небольшом количестве наидидами (Chaetogaster diaphanus, Nais variabilis) с плотностью поселения 5—40 экз./м^2. Пиявки (G. complanata, E. octoculata, P. geometra) не имеют массового развития, за исключением, по-видимому, эктопаразита A. peledina (лососевые рыбы) и Cystobranchus mammilatus (налим) [Залозный, 1979а].

В речных водах и протоках происходят перестройка биоценозов и обеднение видового состава червей. Здесь наблюдается уменьшение численности олигохет (17 и 90 экз./м^2) и биомассы 0,03—0,8 г/м^2) [Гундризер и др., 1978].

Из сказанного следует, что пиявки и особенно малощетинковые черви являются важным составным элементом многих водных экосистем Западной Сибири. Некоторые виды олигохет (Tubifex tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri, Spirosperma ferox, Lumbriculus variegatus и др.) и пиявок (Erpobdella octoculata, Glossiphonia complanata и др.) обнаруживают тенденцию к независимому от зональных границ распространению и составляют основу западносибирского комплекса червей.

В целом из материалов наших исследований следует, что в водоемах Западной Сибири прослеживается следующая картина (табл. 2). В биоценозах различных типов водоемов обилие олигохет варьирует от 10 до 4340 экз./м^2 и более при биомассе от 0,02 до 9,2 г/м^2, что составляет примерно 12,5—75,9% общей численности и от 2,0 до 25,0% общей биомассы донной фауны гидробионтов, а пиявок — от 1,1 до 4,0% общей численности и от 5,3 до 60% общей биомассы зообентоса [Залозный, 1973а, б, 1979а, б].

ЛИТЕРАТУРА

Благовидова Л. А. Распределение бентоса в пойменных водоемах Парабельского района Томской области.— В кн.: Развитие рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск, 1963, с. 48—63.

Благовидова Л. А. Зообентос Новосибирского водохранилища.— В кн.: Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск, 1969а, с. 139—165.

Благовидова Л. А. Годовая динамика бентоса пойменных водоемов Верхней Оби.— В кн.: Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск, 1969б, с. 157—165.

Благовидова Л. А. Перспективы использования заливов Новосибирского водохранилища.— В кн.: Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969в, с. 199—202.

Благовидова Л. А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири.— Гидробиол. журн., 1973, т. 9, № 1, с. 55—61.

Благовидова Л. А. Состояние зообентоса водохранилища на втором десятилетии его существования.— В кн.: Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск, 1976, с. 83—98.

Благовидова Л. А., Залозный Н. А. К фауне олигохет и пиявок Новосибирского водохранилища.— В кн.: Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск, 1976, с. 99—105.
Вовк Ф. И. Рыбохозяйственное значение поймы Средней Оби и ее мелиорация.— В кн.: Рыбное хозяйство Томской области и продуктивность водоемов. Томск: Изд-во ТГУ, 1951, с. 105—114.
Воскресенский А. Е. Монография врачебных пиявок. СПб., 1859, т. 16. 500 с.
Григялис А. И. Биологическая оценка некоторых олигохет ряда водоемов Литовской ССР.— Тр. АН ЛитССР. Сер. В, 1966, № 1 (39), с. 85—90.
Гундризер В. А., Залозный Н. А., Осипова Н. Н. и др. Материалы по изучению гидробионтов р. Танамы и их роль в питании некоторых видов рыб.— В кн.: Вопросы зоологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1978, с. 14—19.
Долгин В. Н., Жерновникова Г. А., Залозный Н. А. К изучению роли олигохет и моллюсков в зообентосе Иртыша и нижней Оби.— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск: Изд-во ТГУ, 1973, с. 177—179.
Житенева Т. С. К методике количественного учета олигохет в пище леща верхневолжских водохранилищ.— В кн.: Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. 1971, № 6, с. 49—51.
Залозный Н. А. К изучению пресноводных олигохет южной части бассейна Средней Оби.— В кн.: Зоологические проблемы Сибири. Новосибирск: Наука, 1972а, с. 91—92.
Залозный Н. А. К фауне водных малощетинковых червей бассейна средней Оби.— В кн.: Водные малощетинковые черви. М.: Наука, 1972б, с. 33—42.
Залозный Н. А. К изучению водных малощетинковых червей средней части Обь-Иртышского бассейна.— Гидробиол. журн., 1973а, № 1, с. 91—93.
Залозный Н. А. Итоги изучения водных олигохет и пиявок Западной Сибири.— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск, 1973б, с. 182—183.
Залозный Н. А. Фауна водных олигохет и пиявок Западной Сибири.— В кн.: Проблемы экологии. 1976, т. 4, с. 97—112.
Залозный Н. А. К фауне олигохет и пиявок водоемов бассейна Нижней Оби и Крайнего Севера Западной Сибири.— В кн.: Вопросы зоологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979а, с. 22—32.
Залозный Н. А. Олигохеты и пиявки как индикаторы биологической продуктивности водоемов.— В кн.: Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979б, с. 133—137.
Залозный Н. А. Место олигохет в экосистемах водоемов и потенциальные возможности использования их ресурсов.— В кн.: Проблемы экологии Прибайкалья. Иркутск, 1979в, ч. 1, с. 149—150.
Иоганзен Б. Г. Годичная динамика биомассы донных животных в водоемах окрестностей Томска.— Тр. Том. ун-та, 1951, т. 115, с. 263—272.
Иоганзен Б. Г. Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика.— Тр. Том. ун-та, 1953, т. 125, с. 7—44.
Иоганзен Б. Г. Зональное и биотопическое распределение рыб в долине Оби.— В кн.: Биологические ресурсы поймы Оби. 1972, вып. 19, с. 270—291.
Иоганзен Б. Г., Файзова Л. В. Об определении показателей встречаемости, обилии, биомассы и их соотношение у некоторых гидробионтов.— В кн.: Элементы водных экосистем. М.: Наука, 1978, с. 215—224.
Иоганзен Б. Г., Файзова Л. В. Годовой цикл развития зообентоса в водоемах бассейна реки Томи.— В кн.: Вопросы зоологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 16—21.
Иоганзен Б. Г., Попов М. А., Якубова А. И. Водоемы окрестностей города Томска.— Тр. Том. ун-та, 1951, т. 115, с. 121—190.
Иоганзен Б. Г., Петкевич А. Н., Марусенко Я. И. Пойма Средней Оби и возможности улучшения ее рыбохозяйственного использования.— Изв. ВНИОРХ, 1958, т. 44, с. 29—48.
Иоффе Ц. И. Донная фауна Обь-Иртышского бассейна и ее рыбохозяйственное значение.— Изв. ВНИОРХ, 1947, т. 25, вып. 1, с. 113—161.
Козляткин А. Л., Тютеньков С. К., Шендрик Л. П. Количественное развитие

и распределение зообентоса Бухтарминского водохранилища (1967—1972 гг.).— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск, 1973, с. 188—200.
Круглова В. М. Питание рыб в водоемах окрестностей Томска.— Тр. Том. ун-та, 1951, т. 115, с. 303—334.
Круглова В. М. К изучению пиявок Томской области.— Тр. Том. ун-та, 1951, т. 115, с. 273—278.
Кузьмина В. В., Лисицкая И. Б., Половкова С. Н. и др. Биохимический анализ некоторых кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища.— В кн.: Биология внутренних вод. Л.: Наука, 1979, № 4, с. 58—61.
Лепнева С. Г. К изучению донной фауны Верхней Оби.— Зап. Гидрол. ин-та, 1930, т. 3, с. 122—194.
Лепнева С. Г. Типы озер района Телецкого озера.— В кн.: Исследование озер СССР. Л.: Изд-во гидрол. ин-та, 1933, вып. 3.
Лепнева С. Г. Телецкое озеро (Алтын-коль).— В кн.: Ойротия. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937, с. 275—296.
Лепнева С. Г. Донная фауна Телецкого озера.— Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1949, т. 7, вып. 4, с. 20—23.
Лепнева С. Г. Жизнь в озерах.— В кн.: Жизнь пресных вод СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, т. 3, с. 257—552.
Лепнева С. Г. Телецкое озеро как среда обитания рыб.— В кн.: Заметки по фауне и флоре Сибири. 1966, вып. 19, с. 3—26.
Лещинская А. С. Зоопланктон и зообентос Обской губы как кормовая база для рыб.— Тр. Салехард. стационара, 1962, вып. 2, с. 27—39.
Лукин Е. И. Материалы по фауне пиявок Сибири.— Тр. Том. ун-та, 1955а, т. 131, с. 83—96.
Лукин Е. И. Пиявки Западной Сибири.— В кн.: Заметки по фауне и флоре Сибири. 1955б, вып. 18, с. 43—49.
Лукин Е. И. Новые данные о составе фауны пиявок Коми АССР и роли этих червей в питании рыб.— Изв. Коми фил. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1957, вып. 4, с. 111—118.
Лукин Е. И. Пиявки бассейна р. Усы и их значение в питании рыб.— В кн.: Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 225—230.
Лукин Е. И. Фауна пиявок СССР: Пиявки пресных и солоноватых водоемов. Л.: Наука, 1976, с. 3—484.
Малевич И. И. К фауне олигохет Телецкого озера.— Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1949, т. 7, вып. 4, с. 119—124.
Михаельсон В. Oligochaeta озер Центрального Алтая.— В кн.: Исследование озер СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1935, вып. 8, с. 298—301.
Мосевич Н. А. Зимние заморные явления в реках Обь-Иртышского бассейна.— Изв. ВНИОРХ, 1947, т. 25, вып. 1, с. 5—55.
Нельзина Е., Масленникова Л. Озеро Зайсан и его биология.— Уч. зап. Перм. ун-та, 1938, т. 3, вып. 2, с. 65—106.
Орлов В. И. Некоторые закономерности размещения и формирования торфяников и болот Западной Сибири.— Уч. зап. Тарт. ун-та, 1963, вып. 141.
Петкевич А. Н., Иогапзен Б. Г Перспективы рыбного хозяйства верхней Оби в связи с гидростроительством.— Изв. ВНИОРХ, 1958, т. 44, с. 5—28.
Петрушевский Г. К., Мосевич М. В., Щупаков И. Г. Фауна паразитов рыб рек Оби и Иртыша.— Изв. ВНИОРХ, 1948, т. 27, с. 67—96.
Плотников В. Glossosiphonia, Hirudinea и Herpobdellidae Зоологического музея Академии наук.— В кн.: Ежегодник Зоол. музея Акад. СПб., 1907, т. 10, с. 133—158.
Поддубная Т. Л. О потреблении Tubificidae (Oligochaeta) рыбами.— Вопр. ихтиологии, 1962, т. 2, вып. 3, с. 560—562.
Романова Г П. Материалы к количественной характеристике бентоса среднего течения р. Оби (Нарым).— Тр. Бараб. отд-ния ВНИОРХ, 1949, т. 3, с. 5—22.
Романова Г. П. К изучению зоопланктона и зообентоса верхнего течения р. Оби.— Тр. Том. ун-та, 1963, т. 152, с. 115—125.
Светлов П. Г. К фауне Oligochaeta Томской области.— Тр. Том. ун-та, 1947, т. 97, с. 103—107.

Семерной В. П. Олигохеты некоторых гумифицированных водоемов Тюменской области.— Изв. АН СССР, 1970, вып. 1, № 5, с. 80—85.
Скрипченко Э. Г. Особенности паразитофауны Обского осетра при искусственном разведении.— В кн.: Проблемы паразитологии. Тр. 7-й науч. конф. паразитологов УССР. 1972, ч. 2.
Соловьев М. М. О роли Tubifex tubifex в сапробных илах.— Изв. Сапропелевого комитета, 1922, № 4, с. 111—144.
Тимм Т Э. О методах разведения водных олигохет.— В кн.: Водные малощетинковые черви. М.: Наука, 1972, с. 106—117.
Тимм Т Э. О жизненных циклах водных олигохет в аквариумах.— В кн.: Биология пресноводных организмов Эстонии. Таллин, 1974, с. 97—118.
Тютеньков С. К. Кормовые ресурсы Бухтарминского водохранилища.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана. Ташкент; Фергана, 1972, с. 37—40.
Файзова Л. В. К изучению зообентоса водоемов окрестностей Томска.— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск: Изд-во ТГУ, 1973, с. 196—198.
Файзова Л. В. О биологической продуктивности водоемов бассейна р. Чулыма.— В кн.: Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 146—156.
Филатова З. А. О количественном распределении бентоса в заморных водоемах Средней Оби.— В кн.: Памяти академика С. А. Зернова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948, с. 149—158.
Фридман Г. М. Материалы к изучению Иртыша. 1. Гидробиологический очерк р. Иртыш и придаточных водоемов в пределах Вагайского района.— Тр. Биол. науч. исслед. ин-та при Перм. ун-те, 1937, т. 7, вып. 3/4, с. 177—258.
Христенко Н. Г. Годичная динамика плотности и биомассы бентоса в озерах Большом и Малом.— Тр. Том. ун-та, 1953, т. 125, с. 209—222.
Чекановская О. В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. М. Л.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 3—409.
Шендрик Л. П. Сезонные изменения зообентоса в разных частях Бухтарминского водохранилища.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. Ташкент; Фергана, 1972, с. 153—154.
Яблонская Е. А. К познанию рыбной продукции водоемов: Сообщ. V. Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоемов.— Тр. Лимнол. станции в Косине, 1935, вып. 20, с. 99—127.
Ярошенко М. Ф., Вальковская О. И., Чокырлан В. Х. Пресноводные олигохеты и их значение в питании рыб.— В кн.: Водные малощетинковые черви. М.: Наука, 1972, с. 162—167.
Kruglova V. M. Chironomidae asa component of aguatić communities.— Limnologica, 1971, Bd. 8, S. 1.
Lepneva S. Einige Ergebnise der Erforschung des Teleckoye-Sees.— Souder-Audruck Arch. Hydrobiol., 1931, Bd. 23, S. 101—116.
Michaelsen W. Eine neue Haplotaxiden Art und andere Oligochaeten aus dem Teletzkischen See in nordlichem Altai.— Verh. Nat. Ver. Hamburg, 1903, Bd. 3, F. 10, S. 1—7.

УДК 639.3.043

ЛИЧИНКИ ХИРОНОМИД ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ИХ РОЛЬ В ПИТАНИИ РЫБ

А. И. РУЗАНОВА

Цель работы — объединить и дополнить имеющиеся данные о фауне хирономид водоемов Западной Сибири, выяснить особенности их распределения в разных районах Обь-Иртышского бассейна и значение в питании рыб.

Основой настоящей статьи являются материалы, собранные в 1969—1978 гг. сотрудниками НИИ биологии и биофизики при Томском государственном университете в водоемах Западной Сибири и обработанные автором. Взято 1800 количественных проб бентоса и свыше 200 качественных сборов хирономид. Более полно нами изучена фауна хирономид водоемов бассейна Средней Оби. Из других районов Западной Сибири частично исследована фауна хирономид из водоемов Горного Алтая (междуречье рек Башкаус и Чуя), бассейна Нижнего Иртыша, бассейна р. Надым (система Обской губы). В нашем распоряжении также имелся незначительный материал (50 желудков) о питании молоди осетра и стерляди из водоемов Средней Оби. Кроме того, были использованы литературные данные.

Первой фауну хирономид водоемов Западной Сибири исследовала Н. Н. Липина. Она отмечает для водоемов Оби и Иртыша 59 форм хирономид и для водоемов Алтая 60 форм [Липина, 1926, 1928, 1949]. Большой вклад в изучение личинок хирономид водоемов Западной Сибири внесла В. М. Круглова [1940, 1949, 1950а, 1951а], которая для этих водоемов указывает 139 форм. Из более поздних работ по хирономидам отдельных районов Обь-Иртышского бассейна можно назвать следующие: Вакулко [1966], Тэн [1966], Салазкин [1968], Грандилевская-Дексбах, Соколова [1970], Юхнева [1971], Рузанова [1973, 1978 а, 1979]. Рузанова и др. [1976], Файзова [1977], Мисейко [1978]. Имеются также общие гидробиологические работы, где приводятся довольно полные сведения о составе хирономид, их количественном и качественном распределении в водоемах разного типа [Иоффе, 1947; Романова, 1949а; Благовидова, 1969а, б; Кубышкин, Юхнева, 1971; Рузанова и др., 1976; Иоганзен и др., 1975; Вышегородцев и др., 1976; Файзова, 1979]. Особенно многочисленны публикации, в которых имеются лишь краткие сообщения о численности и биомассе личинок хирономид и указываются их ведущие формы (Зверева, 1930; Лепнева, 1930, 1950, 1966; Фридман, 1937; Нельзина, Масленникова, 1938; Филатова, 1948; Лещинская, 1962; Битюков, 1963; Благовидова, 1963, 1973, 1976; Тютеньков, 1963, 1970; Юхнева, 1966, 1969, 1970; и др.].

Использование литературных данных затруднено чрезвычайно сложной синонимикой. Хирономиды определялись в основном по личиночной стадии. Во многих работах личинки определены только до рода, в лучшем случае до группы видов.

Для водоемов Западной Сибири отмечено 215 видов и форм хирономид, относящихся к четырем подсемействам: Chironominae — 110 форм (51,1%), Orthocladiinae — 80 (37,2%), Tanypodinae — 24 (11,2%), Podonominae — 1 (0,5%). Хирономиды, определенные до рода, а также ряд сомнительных видов нами не учитывались.

На территории Западной Сибири сосредоточено множество водоемов. Находясь в разных географических зонах (тундры, лесотундры, тайги, лесостепи, степи, гор), водоемы различаются по климатическим условиям, гидрологическим и гидрохимическим режимам, а также по водному населению. Целесообразно выделить в Западной Сибири восемь озерно-речных районов: Алтайский (водоемы Горного Алтая); район степных и лесостепных озер (непойменные озера степных районов Алтая и Северного Казахстана и лесостепных районов Тюменской, Омской и Новосибирской областей); Верхнеобский (участок реки Оби от слияния рек Бия и Катунь до устья р. Томь с притоками, придаточной и пойменной системами); Среднеобский (от устья р. Томь до впадения р. Иртыш); Нижнеобский (от устья Иртыша до дельты Оби); Иртышский; район таежных озер (материковые озера бассейнов средних и нижних течений Оби и Иртыша); район Крайнего Севера (дельта Оби, бассейны Обской и Тазовской губ, водоемы полуострова Ямал и Гыдан).

В Обь-Иртышском бассейне распространены шесть основных типов водоемов: речные воды — ключи, ручьи, реки, истоки, протоки с постоянным течением; водохранилища; придаточные водоемы — затоны, курьи, молодые старицы, протоки с временным течением; пойменные водоемы — старицы, озера высокого и низкого уровня заливания, временные озера-соры; непойменные или «материковые» озера; болота низового и верхового типа [Гундризер и др., 1976].

ВОДОЕМЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

Из литературных источников [Липина, 1928, 1949; Круглова, 1949, 1950 а, б; Тэн, 1966] для водоемов Горного Алтая известны 117 форм личинок хирономид. Многие из них определены только до рода, а у некоторых личинок не установлена даже родовая принадлежность. Личинки хирономид, определенные Липиной как Syndiamesa lepnevae, по систематическим признакам очень сходны с Syndiamesa branickii и возможно являются ее синонимом. В наших сборах по Алтаю личинки Syndiamesa branickii встречены в значительных количествах. Для точного установления видовой принадлежности необходимо провести работу по выведению личинок хирономид до имаго.

Нами для водоемов Горного Алтая (водораздел рек Башкаус и Чуя) отмечены 53 вида и формы хирономид, из них 22 вида впервые указываются для этого района: Tanypus villipennis, Psilotanypus

timicola, Ps. ruffovittatus, Procladius ferrugineus, P. choreus, Cricotopus latidentatus, Eukiefferiella hospita, Parakiefferiella bathophila, Psectrocladius simulans, Ps. barbimanus, Chironomus anthracinus, Ch. higrifrons, Ch. higricans, Ch. rusticus, Camptochironomus tentans, C. pallidivittatus, Glyptotendipes barbipes, G. paripes, G. glaucus, Sergentia gr. longiventris, Paratanytarsus confusus, P. quintuplex.

Не учитывая хирономид определенных до рода, для водоемов Горного Алтая можно указать 125 видов и форм. Подсемейство Chironominae представлено 52 формами (41,6%), Orthocladiinae — 64 (51,2%), Tanypodinae — 9 формами (7,2%). Такое богатство хирономид из подсемейства Orthocladiinae характерно для горных водоемов. Фауна хирономид водоемов Алтая своеобразна и отличается от таковой других водоемов Советского Союза. Из 125 форм хирономид 25 встречены только в водоемах Алтая.

Самый крупный водоем Горного Алтая — Телецкое озеро. Хирономиды здесь представлены 43 формами, из них только личинки Stictochironomus sp. и Syndiamesa lepnevae встречаются в значительных количествах. В литорали и сублиторали хирономиды в основном встречаются на песчаных и заиленных грунтах. Наиболее распространены здесь Stictochironomus sp., Diamesa telezkensis. Prodiamesa bathyphila, Syndiamesa lepnevae, Lauterbornia, Procladius. В профундали наиболее обычны из хирономид Stictochironomus sp., Lauterbornia, Larva altaicola, Phodiamesa bathyphila. Личинки хирономид вместе с олигохетами являются ведущими группами бентоса на песчано-илистых и илистых грунтах сублиторали и профундали. Летняя биомасса бентоса в литорали колеблется от 0,15 до 3,83 г/м², в сублиторали — 0,66—7,15 г/м², в профундали — 0,01—3,20 г/м²; средняя биомасса бентоса по озеру — 1,10 г/м² [Леппева, 1950, 1966].

В реках Горного Алтая, по данным Н. Н. Липиной и В. М. Кругловой, найдено около 60 форм личинок хирономид. Самая богатая фауна — литофильная, так как основные грунты в реках — каменистые. Здесь обычны Syndiamesa lepnevae, S. bathyphila, Diamesa telezkensis, Psectrocladius biensis, Tanytarsus gr. exiguus. На участках с песчаным и заиленным грунтами встречаются чаще других Micropsectra gr. praecox, Stictochironomus, Procladius. Среди обрастаний преобладают Zavrelia, Lauterborniella mormorata (Zavreliella), Orthocladius semivirens. Количественные данные по донной фауне рек отсутствуют.

Другие озера Горного Алтая населены обычными формами хирономид. В литорали на каменистых грунтах обычны Micropsectra gr. praecox, Paratanytarsus gr. lauterborni, Orthocladius semivirens. На песчаных и заиленных грунтах литорали и сублиторали преобладают Stictochironomus, Paratanytarsus gr. lauterborni, Psilotanypus imicola, Procladius ferrugineus. В профундали на илистых грунтах доминируют Chironomus f. l. salinarius, Protanypus, Lauterbornia, Sergentia gr. longiventris. Биомасса бентоса в этих озерах выше, чем в Телецком,— 2,10—5,79 г/м² [Леппева, 1950; Вершинин и др., 1979]. Основу бентоса составляют хирономиды и моллюски; средняя биомасса личинок хирономид 0,69—2,01 г/м².

Большинство озер Горного Алтая безрыбные или имеют сравнительно ограниченный состав ихтиофауны. Поэтому кормовые организмы, в том числе и личинки хирономид, используются слабо.

ОЗЕРА ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Озера расположенные в лесостепной и степной зонах Западной Сибири, имеют общие сходные черты. В основном это мелководные водоемы со средними глубинами 1,5—3,0 м. Центральная часть озер занята илами; в прибрежье распространены заиленные пески, пески, реже глины; в заливах и зарослях — черно-бурые илы с детритом. Водная растительность развита хорошо. Характерные особенности этих озер — неустойчивость их уровней и солоноватость вод в большинстве озер, минерализация в которых колеблется от 0,8 до 10,7 г/л. И только проточные озера, связанные непосредственно с речной системой, имеют среднюю минерализацию 0,2—0,3 г/л [Благовидова, 1973]. Активная реакция среды — от слабощелочной до щелочной (pH 7,3—8,9). Озера степной и лесостепной зон относятся к эвтрофным с некоторыми чертами дистрофии. Большинство озер этих зон периодически заморные.

Фауна хирономид озер юга Западной Сибири изучена слабо. Первые сведения о личинках хирономид из этих озер имеются в работах Березовского [1928], Липиной [1928], Пирожникова [1929], Зверевой [1930], Дулькейта и др. [1935]. Всего по литературным источникам для степных и лесостепных озер известны 85 видов и форм хирономид, из них 72 формы (84,7%) относятся к подсемейству Chironominae, 6 (7,1%) — Orthocladiinae, 7 (8,2%) — Tanypodinae. В основном личинки хирономид здесь представлены широко распространенными в эвтрофных водоемах лимнофильными формами.

Наиболее изучена фауна хирономид в оз. Чаны, где наряду с определением личиночных форм проводились определения по взрослым комарам. Всего для оз. Чаны отмечено около 75 форм и видов хирономид [Мисейко, 1977].

В центральной части озер на илах фауна хирономид отличается однообразием, преобладают виды рода Chironomus. В озерах с повышенной минерализацией основная форма Chironomus f. l. salinarius, в опресненных водоемах более распространены Ch. f. l. semireductus, Ch. f. l. plumosus, Ch. f. l. thummi. Также в больших количествах встречаются на илистых грунтах виды рода Procladius.

Заиленные пески характеризуются более разнообразным составом личинок хирономид, но они больших скоплений, как на илах, не образуют. Здесь доминируют личинки Procladius, Tanytarsus gr. gregarius, Cladotanytarsus (Tanytarsus) gr. mancus, Cryptochironomus gr. defectus, в меньшем количестве встречаются виды рода Chironomus.

Чистые пески сравнительно бедно населены личинками хирономид, наиболее обычны Stictochironomus psammophilus, Paratanytarsus gr. lauterborni, Polypedilum bicrenatum (gr. scalaenum).

Богато населены личинками заросли водной растительности, ведущие формы Cricotopus gr. silvestris, Endochironomus albipennis (gr. tendens), Glyptotendipes polytomus, Gl. gr. gripekoveni.

По величине биомассы бентоса большинство обследованных озер юга Западной Сибири (Барабинские — Чаны, Сартлан, Убинское; Бурлинские — Б. Топольное, Кривое; Алтайского края — Бакланье, Островные, Бахматьевское; Омские — Салтаим, Тенис) можно отнести к среднекормным с колебанием биомассы бентоса по озерам от 3,0 до 12 г/м². Часть озер Бурлинской системы (М. Топольное, Хомутиное, Песчаное, Хорошее), Алтайского края (Б. и М. Уткуль), Омской области (Ик) и Курганской области (Щучье) следует отнести к высококормным с биомассой бентоса 12—30 г/м².

Личинки хирономид являются ведущей группой бентоса в южных озерах Западной Сибири и дают в большинстве озер 60—99% биомассы общего бентоса [Зверева, 1930; Дулькейт и др., 1935; Иоганзен, Петкевич, 1954; Битюков, 1963; Иванова, 1963; Шеренкова, 1966, 1969; Благовидова, 1973; Мисейко, 1977]. Основную биомассу бентоса во всех озерах создают личинки рода Chironomus.

БАССЕЙН ВЕРХНЕЙ ОБИ

Основные исследования фауны хирономид водоемов Верхней Оби проведены Липиной [1926, 1928], Кругловой [1940, 1951а], Благовидовой [1969а, б], Файзовой [1977]. Для водоемов Верхней Оби известны 104 вида и формы хирономид. Из них подсемейство Chironominae представлено 69 формами (67,0%), Orthocladiinae — 22 (21,4%) и Tanypodinae — 12 (11,6%).

В русле Оби на участке верхнего течения найдены 36 форм личинок хирономид [Благовидова, 1969а, б]. На течении распространен в основном реофильный комплекс хирономид, который насчитывает здесь 15 видов и форм; наиболее обычны Cryptochironomus rolli, Cr. monstrosus, Cr. zabolotzkii, Cr. demeijerei, Paratendipes «connectens N 3», Prodiamesa gr. bathyphila. С замедлением течения появляются Cryptochironomus camptolabis, Cr. gr. defectus, Polypedilum gr. nubeculosum. Наиболее слабо заселены плотные грунты на течении, биомасса личинок хирономид здесь 0,002—0,006 г/м² [Романова, 1963]. Максимальная биомасса хирономид в реке отмечена на заиленном песке прибрежья — 0,81 г/м². Личинки хирономид являются ведущей группой бентоса на чистых и заиленных песках, где они составляют 98% биомассы всего бентоса. На остальных биотопах они играют второстепенную роль (3—24%).

Фауна хирономид придаточной и пойменной систем Верхней Оби изучена слабо. Благовидова [1969а] для Кредитного затона отмечает 23 формы хирономид. Преобладают личинки пелофильного комплекса, а из реофилов встречен только Chironomus f. l. thummi. Ведущий вид в придаточных водоемах — Chironomus plumosus. В затоне хирономиды являются одной из основных групп бентоса и биомасса их достигает в отдельные месяцы до 48,66 г/м².

В протоках биомасса личинок хирономид на основных грунтах (заиленный песок и ил) составляет 5,61—5,66 г/м². Удельный вес хирономид в общем бентосе колеблется от 23% на илах до 99% на заиленных песках [Романова, 1963].

Для водоемов центральной поймы Благовидова [1969а] отмечает 14 форм хирономид, доминирует Chironomus plumosus. Личинки хирономид здесь являются второстепенной группой бентоса, биомасса их не превышает 2,09 г/м². В озерах низкой поймы биомасса хирономид достигает 8,15 г/м², что составляет 78% биомассы общего бентоса [Романова, 1963]. Пойменная система Верхней Оби заливается полыми водами на короткий срок и поэтому слабо используется для нагула рыб.

Из притоков Верхней Оби наиболее изучена фауна хирономид в бассейне р. Томь, где отмечено 82 формы [Круглова, 1951а; Файзова, 1977]. В реках найдены 47 форм хирономид, руководящие Cryptochironomus gr. defectus, Chironomus f. l. reductus, Ch. f. l. thummi, Procladius. Биомасса хирономид колеблется от 0,3 г/м² (осенью) до 1,3 г/м² (зимой). В период открытой воды удельный вес личинок хирономид в общем бентосе незначительный — 3—7%, а зимой повышается до 34% [Файзова, 1977]. В пойменных водоемах р. Томь обнаружено 38 форм хирономид, ведущие Chironomus plumosus, Glyptotendipes polytomus, Gl. gr. gripekoveni. Максимальная биомасса хирономид отмечается осенью (9,99 г/м²), минимальная — весной (0,90 г/м²). В пойменных водоемах хирономиды составляют в разные сезоны 20—74% биомассы общего бентоса.

Одним из важных в рыбохозяйственном отношении водоемов Верхней Оби является Новосибирское водохранилище. За период существования (с 1957 г.) в нем найдено 85 форм хирономид [Благовидова, 1969б]. Наибольшее разнообразие личинок хирономид отмечено в верхнем плесе, что обеспечивается влиянием речного режима. Здесь широко представлен реофильный комплекс хирономид: Cryptochironomus monstrosus, Cr. rolli, Cr. zabolotzkii, Paratendipes intermedius. За последнее время происходит проникновение реофильных форм в средний и нижний плесы, что говорит о большой проточности водохранилища. Доминирующие формы хирономид в водохранилище — Chironomus plumosus и Procladius. Хирономиды составляют основу биомассы бентоса в водохранилище (60—92%). Из-за неустойчивого гидрологического режима биомасса хирономид (0,79—7,21 г/м²), как и всего бентоса (1,07—8,50 г/м²), значительно меняется по годам [Благовидова, 1976].

БАССЕЙН СРЕДНЕЙ ОБИ

По литературным данным, фауна хирономид водоемов Средней Оби насчитывала 61 форму [Круглова, 1945, 1951а; Иоффе, 1947; Романова, 1949а; и др.]. Наши исследования позволили довести общий список хирономид до 148 видов и форм, из них подсемейство Chironominae включает 99 формы (66,9%), Orthocladiinae — 29 (19,6%), Tanypodinae — 20 (13,5%).

В русле Средней Оби найдено 33 вида хирономид; реофильный комплекс состоит из 17 видов. Население хирономид фарватера представлено теми же видами, что и в Верхней Оби. Кроме того, здесь обнаружены три вида, которые в Верхней Оби не встречались,— Tanytarsus sexdentatus, Cryptochironomus macropodus, Cr. l. convergentus. Наиболее разнообразно представлены хирономиды на заиленных песках прибрежья — 22 вида. Наряду с псаммореофилами, встреченными на течении, появляются в массе пелореофильные и единично пелофильные виды. Преобладают на этих грунтах Polypedilum scalaenum, Procladius ferrugineus. На илистых грунтах в заливах и закосках псаммореофильные виды исчезают, а количество пелофилов увеличивается. Здесь найдено 17 видов хирономид, доминируют Polypedilum scalaenum, Chironomus obtusidens, Procladius ferrugineus.

Биомасса личинок хирономид в русле Средней Оби колеблется от 0,01 г/м ^{2} (на глинистых грунтах фарватера) до 2,08 г/м ^{2} (на илах), в среднем равна 0,53 г/м ^{2}, что составляет 21,4% биомассы общего бентоса.

В крупных притоках Средней Оби (реки Чулым, Кеть, Тым, Вах, Парабель, Васюган) обнаружено 50 форм хирономид, руководящие Procladius ferrugineus, Polypedilum scalaenum, Chironomus obtusidens. Группа реофилов здесь представлена 18 формами, из них наиболее обычны Harnischia gr. fuscimanus, Chironomus obtusidens, Paralauterborniella nigrochalteralis, Tanytarsus medius. Типичные речные виды рода Cryptochironomus в притоках встречены единично. В р. Кеть встречен очень редкий вид Cryptochironomus borysthenicus.

Притоки Средней Оби характеризуются сравнительно высокой биомассой личинок хирономид — 1,21 г/м ^{2}; их удельный вес в общем бентосе по биомассе 21,4%.

Бассейн Средней Оби по сравнению с Верхней Обью имеет более развитые придаточную и пойменную системы.

Видовой состав хирономид в придаточной системе насчитывает 62 вида. Количество реофильных хирономид снижается до 9 видов. Наиболее разнообразно представлен пелофильный комплекс — 28 видов. В значительных количествах появляется здесь фитофильная группа. Преобладают в этих водоемах Chironomus obtusidens, Ch. plumosus, Einfeldia carbonaria, Procladius ferrugineus. Из редких хирономид в придаточных водоемах обнаружены Syndiamesa komensis, Limnophyes transcaucasicus.

Средняя биомасса личинок хирономид в придаточных водоемах довольно высока — 4,35 г/м ^{2}, что составляет 27,6% биомассы всего бентоса. В разных элементах придаточной системы средняя биомасса хирономид колебалась от 2,43 г/м ^{2} в протоках до 8,38 г/м ^{2} в старицах.

Фауна хирономид пойменных водоемов представлена 80 видами, основу составляют пелофильный и фитофильный комплексы. Ведущие виды — Chironomus plumosus, Glyptotendipes paripes, Psilotanypus imicola. Ряд видов, встреченных в пойменных водоемах, впервые указывается для водоемов Средней Оби: Tanytarsus verralli,

Paratanytarsus confusus, P. quintuplex, Glyptotendipes viridis, Chironomus rusticus, Metriocnemus vudjavricus, Trissocladius brevijalpis.

Личинки хирономид в пойменных водоемах достигают максимального развития, средняя биомасса 13,52 г/м^2. Доля хирономид в общем бентосе составляет по биомассе 40,4%. Наиболее продуктивны пойменные водоемы старичного типа, где биомасса хирономид в среднем равна 19,04 г/м^2. Самая низкая биомасса хирономид (3,59 г/м^2) отмечается в водоемах высокой поймы.

Пойменные водоемы Средней Оби заливаются паводковыми водами, так же как в Верхней Оби, на короткий срок и поэтому слабо используются для нагула речных рыб.

БАССЕЙН НИЖНЕЙ ОБИ

Фауна личинок хирономид водоемов Нижней Оби изучена недостаточно. Из опубликованных работ [Иоффе, 1947; Юхнева, 1971] известно 85 видов и форм хирономид, относящихся к четырем подсемействам: Chironominae — 55 форм (64,7%), Orthocladiinae — 21 (24,7%), Tanypodinae — 8 (9,4%) и Podonominae — 1 (1,2%).

Для русла Нижней Оби отмечено 60 форм хирономид [Юхнева, 1971]. Скорее всего, что автор включил в этот список и хирономид из придаточной системы (затонов). Вызывают сомнение нахождение в русле Оби типичного озерного вида Trissocladius (Orthocladiinae gen., l.) zalutschicola, а в пойменных водоемах типичного псаммореофила Cryptochironomus macropodus. Реофильный комплекс в русле Нижней Оби насчитывает 16 форм. Преобладают Paracladopelma gr. camptolabis и мелкие формы Orthocladius. Из редких видов встречены Kribioxenius brayi (Tendipedini gen.? l. pectinidens), Heterotanytarsus (Orthocladius) apicalis, Microtendipes tarsalis, Trissocladius tatricus, Trichotanypus posticalis.

Биомасса личинок хирономид в русле Оби колебалась от 0,01—0,03 г/м^2 на фарватере до 0,08—4,20 г/м^2 на заиленных песках прибрежья [Иоффе, 1947].

Фауна хирономид притоков Нижней Оби почти не изучена. Личинки хирономид здесь являются ведущей группой бентоса на песчаных (биомасса бентоса 0,12—0,50 г/м^2) и на илистых (1,34—45,72 г/м^2) грунтах, где они составляют по биомассе 37—92% от общего бентоса. На заиленных песках и глинах личинки хирономид играют малую роль.

Из придаточных водоемов наиболее распространены протоки, которые относятся к высокопродуктивным водоемам. Летняя биомасса бентоса здесь колеблется от 12,36 до 169,82 г/м^2. Личинки хирономид играют здесь подчиненную роль, их летняя биомасса 0,39—85,05 г/м^2. Сведения о видовом составе хирономид отсутствуют.

Из пойменных водоемов для Нижней Оби наиболее характерны временные озера-соры, которые различаются размерами, глубиной, степенью проточности, составом населения. Только в глубоких и сильно проточных сорах личинки хирономид играют существенную роль в общем бентосе — 32,7%, в остальных сорах их роль незначитель-

на. Биомасса личинок хирономид в сорах колеблется от 0,02 до 18,12 г/м².

Личинки хирономид в пойменных водоемах Нижней Оби представлены 58 формами, доминируют Chironomus f. l. reductus, Ch. f. l. salinarius, Glyptotendipes, Procladius. Редкие формы хирономид встречены здесь в небольшом количестве: Micropsectra gr. trivialis, Kribioxenius brayi, Psectrocladius septentrionalis, Smittia ephemerae.

Пойменные водоемы Нижней Оби на длительный срок заливаются паводковыми водами и интенсивно используются для нагула речных рыб.

БАССЕЙН ИРТЫША

Фауна хирономид бассейна р. Иртыш изучена слабо. Из литературных источников известно 89 форм личинок хирономид [Липина, 1928; Нельзина, Масленникова, 1938; Иоффе, 1947; Тютеньков, 1963, 1970; Вакулко, 1966; Юхнева, 1971].

Нами для водоемов Нижнего Иртыша отмечено 59 форм хирономид. К ранее известным хирономидам добавилось еще 23 вида: Paratanytarsus confusus, P. quintuplex, Tanytarsus verralli, T. medius, T. excavatus, T. gr. exiguus, Chironomus cingulatus, Ch. sordidatus, Ch. solitus, Camptochironomus tentans, C. pallidivittatus, Glyptotendipes paripes, Gl. barbipes, Gl. glaucus, Paratendipes transcaucasicus, Pseetrocladius dilatatus, Psilotanypus imicola, Ps. ruffovittatus, Procladius ferrugineus, P. nigriventris, P. choreus, Monopelopia tenuicalcar.

Всего для бассейна Иртыша отмечено 112 видов и форм, относящихся к трем подсемействам: Chironominae — 73 формы (65,2%), Orthocladiinae — 24 (21,4%), Tanypodinae — 15 (13,4%). Видовой состав хирономид бассейна Иртыша сходен с таковым бассейна Оби. Имеются различия только в количественном развитии хирономид в целом и в руководящих видах.

В русле Иртыша, по данным Юхневой [1971], найдены 54 вида и формы хирономид. Реофильный комплекс представлен 15 видами. Типичные псаммореофилы (Chyptochironomus rolli, Gr. demeijerei, Cr. zabolotzkii) встречены только на фарватере. Основное разнообразие хирономид отмечается в прибрежье на илисто-песчаных и илистых грунтах, ведущие формы Paracladopelma camptolabis, Chironomus obtusidens, Ch. f. l. reductus, Polypedilum scalaenum, Prodiamesa bathyphila.

Личинки хирономид на песчаных и илисто-песчаных грунтах (биомасса бентоса 0,01—0,10 г/м²) являются основной группой бентоса, на илах (2,08 г/м²) роль их невелика — меньше 20% от общего бентоса.

В притоках Иртыша (реки Вагай, Тобол и мелкие притоки) найдены 33 формы хирономид. Реофильный комплекс хирономид здесь развит слабо — всего 6 форм. Наиболее часто в притоках встречались Chironomus obtusidens, Cryptochironomus gr. defectus, Polypedilum bicrenatum. Данные о количественном развитии хирономид в притоках отсутствуют.

Придаточная и пойменная системы Иртыша развиты слабо. В придаточных водоемах обнаружены 23 формы хирономид, доминируют Harnischia gr. fuscimanus и Chironomus obtusidens. Единично встречены Tanytarsus verralli, T. gr. exiguus, Chironomus sordidatus. Личинки хирономид в придаточных водоемах играют второстепенную роль. Биомасса бентоса здесь низкая — 0,95 г/м² [Иоффе, 1947].

Наибольшего разнообразия личинки хирономид достигают в пойменных водоемах — 69 видов и форм. Основу составляют пелофильные и фитофильные формы, руководящие виды Chironomus plumosus, Einfeldia pagana, Glyptotendipes paripes. Единично встречены Tanytarsus excavatus, Chironomus sordidatus, Paratendipes transcaucasicus, Clinotanypus nervosus, Monopelopia tenuicalcar.

Наиболее продуктивны в пойме Среднего и Нижнего Иртыша водоемы старичного типа, так же как в бассейне Средней Оби. Биомасса общего бентоса в этих водоемах колеблется от 7,00—21,01 г/м² в июне до 74,76 г/м² в сентябре; доля хирономид в общем бентосе составляет по биомассе 36,5—38,0% [Иоффе, 1947]. В сорах Нижнего Иртыша биомасса донных организмов намного ниже таковой в старицах — 1,38 г/м²; доля хирономид от биомассы общего бентоса — 50,5%.

В верхнем течении Иртыша наиболее важны в рыбохозяйственном отношении оз. Зайсан, Усть-Каменогорское и Бухтарминское водохранилища. В оз. Зайсан, по литературным данным, отмечены 23 формы личинок хирономид [Нельзина, Масленникова, 1938; Тютеньков, 1963]. По величине средней биомассы бентоса это озеро можно отнести к среднекормным водоемам. По данным Е. Нельзиной и Л. Масленниковой, средняя биомасса по озеру равнялась 11,55 г/м². С. К. Тютеньков отмечает, что с 1938 по 1960 г. произошло снижение биомассы бентоса до 6,75 г/м² за счет выедания его сазаном. Основой бентоса в озере являются личинки хирономид, их средняя биомасса по озеру 4,35 г/м², или 64,4% от биомассы всего бентоса [Тютеньков, 1963]. Руководящие формы Chironomus f. l. semireductus, Cryptochironomus gr. defectrus.

Для иртышских водохранилищ С. К. Тютеньков и др. [1970] указывают 87 форм хирономид, но видовой список не приводят.

В Усть-Каменогорском водохранилище в первые годы его существования средняя биомасса бентоса достигала 40 г/м². Из них на долю хирономид приходилось 14,4 г/м². В дальнейшем произошло снижение биомассы бентоса до 13,42 г/м²; биомасса личинок хирономид понизилась до 3,0—7,5 г/м² [Киселева, 1966].

В Бухтарминском водохранилище биомасса бентоса колебалась по годам от 3,92 до 6,57 г/м², составляя в среднем 5,00 г/м² [Тютеньков и др., 1970]. В последующие годы произошло снижение бентоса до 1,82—4,30 г/м². Биомасса хирономид также снизилась от 3,90 г/м² в 1962 г. [Вакулко, 1966] до 2,11 г/м² в 1972 г. [Козляткин и др., 1973]. Главную роль играют личинки р. Chironomus.

ТАЕЖНЫЕ ОЗЕРА

В таежной зоне Западной Сибири преобладают озера малых размеров до 300 га. Глубины большинства из них малы (1—3 м) за исключением озер, расположенных в углублениях ложбин древнего стока, где максимальные глубины в отдельных озерах достигают 48 м [Вышегородцев и др., 1974]. Вода озер слабоминерализованная, сумма ионов солей не превышает 100 мг/л. Активная реакция среды колеблется от кислой до слабощелочной (4,8—8,0); наиболее распространены озера с pH 5,5—6,9. Многие озера заморные.

Несмотря на сходные признаки, материковые озера различны по происхождению, величине трофии, типу водного режима, степени зарастаемости и заморности.

Таежные озера по кормности можно разделить на эвтрофные, мезотрофные и дистрофные, по типу водного режима — на проточные, сточные и бессточные, или замкнутые.

Проточные озера — первичного происхождения, эвтрофные, чаще заморные, водная растительность развита хорошо; грунты — в центре минерализованные илы, в прибрежье — заиленные и чистые пески.

Сточные озера — чаще первичного происхождения, дистрофные и мезотрофные, заморные, слабозаросшие; грунты — грубодетритные илы, реже заиленные и чистые пески.

Бессточные озера — большей частью вторичного происхождения, дистрофного, реже — мезотрофного типа, слабозаросшие, частично заморные; грунты — торфянистые слабоминерализованные илы.

Из литературных источников [Круглова, 1945, 1951а, б; Рузанова, 1973, 1978а, б, 1979; Слепокурова, 1977; Файзова, 1977, 1979] для непоїменных озер таежной зоны известны 59 форм хирономид. Дальнейшие наши исследования позволили добавить еще 17 видов хирономид: Tanytarsus excavatus, T. verralli, Glyptotendipes paripes, Gl. glaucus, Chironomus nigrifrons, Camptochironomus tentans, C. pallidivittatus, Stenochironomus, Syndiamesa jacutica, Orthocladius saxicola, Microcricotopus bicolor, Psectrocladius simulans, Cricotopus dizonias, Psilotanypus ruffovittatus, Procladius ferrugineus, P. nigriventris, P. choreus. Всего для таежных озер отмечены 75 видов и форм хирономид из трех подсемейств: Chironominae — 48 форм (64,0%), Orthocladinae — 19 (25,3%), Tanypodinae — 8 (10,7%).

Наибольшее разнообразие личинок хирономид отмечено для проточных озер — 45 форм, руководящие Cladotanytarsus gr. mancus, Tanytarsus gr. holochlorus, Einfeldia carbonaria, Chironomus plumosus, Procladius choreus. Несколько беднее представлены хирономиды в бессточных озерах, здесь найдено 38 форм, доминируют Trissocladius zalutschicola, Microtendipes pedellus, Pagastiella orophila, Procladius nigriventris, Stictochironomus histrio. В сточных озерах личинки хирономид имеют более однообразный состав — 24 формы. Наиболее характерны для этих озер Procladius choreus, Trissocladius zalutschicola, Glyptotendipes paripes, Cryptocladopelma gr. viridula.

Личинки хирономид в таежных озерах являются основной группой бентоса и составляют в среднем 59—76% биомассы общего бентоса [Судаков и др., 1977; Рузанова, 1979].

Самая высокая биомасса хирономид отмечена в проточных озерах эвтрофного типа; колебание биомассы от 0,87 до 15,53 г/м², в среднем — 5,68 г/м² [Рузанова, 1979]. По данным Юхневой [1966], эвтрофные озера имеют высокую биомассу бентоса (3—39 г/м²), которая больше чем на 90% состоит из хирономид.

В замкнутых озерах биомасса личинок хирономид колебалась в среднем от 0,58 до 4,05 г/м² (биомасса бентоса 0,66—4,82 г/м²), что близко к данным Салазкина [1965] и Слепокуровой [1977] для мезотрофных озер. Самая низкая биомасса бентоса и хирономид отмечена нами в сточных озерах; биомасса хирономид 0,02—0,64 г/м² при биомассе бентоса 0,27—0,94 г/м². Большинство авторов [Афанасьева, Савостьянова, 1960; Салазкин, 1965; Юхнева, 1966, 1969, 1971] отмечают для дистрофных озер биомассу бентоса 0,02—1,16 г/м².

ВОДОЕМЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Для водоемов севера Западной Сибири из литературных источников [Иоффе, 1947; Лещинская, 1962; Грандилевская-Дексбах, Соколова, 1970; Кубышкин, Юхнева, 1971; Юхнева, 1971; Вышегородцев и др., 1976; Рузанова и др., 1976] известно всего 85 видов и форм хирономид. Подсемейство Chironominae представлено 48 формами (56,5%), Orthocladiinae — 30 (35,3%), Tanypodinae — 7 (8,2%).

В дельте Оби, в Обской и Тазовской губах состав личинок хирономид сходен с нижнеобским. Для этих водоемов известны 46 форм хирономид, преобладают личинки подсемейства Chironominae — 30 форм. Чаще всего здесь встречались личинки Paracladopelma gr. camptolabis, Chironomus f. l. reductus, Prodiamesa bathyphila, Procladius. Из редких видов встречены Chaetocladius (Orthocladius) vitellinus, Odontomesa fulva (Prodiamesa flabellata). Наиболее богато в этих водоемах представлен пелофильный комплекс — 26 форм. Из реофилов найдены 9 форм хирономид.

В дельте Оби хирономиды являются ведущей группой бентоса. На песчаных грунтах на долю хирономид приходится 80% от биомассы всего бентоса. Биомасса бентоса на этих грунтах колеблется от 0,30 до 5,96 г/м² [Иоффе, 1947; Слепокурова и др., 1977]. Более продуктивны в дельте в разной степени заиленные пески. Биомасса личинок хирономид здесь 0,05—3,97 г/м² при общей биомассе бентоса 0,57—54,50 г/м² [Иоффе, 1947].

В Тазовской губе биомасса хирономид колебалась от 0,06 г/м² на песке до 2,61 г/м² на илах (биомасса бентоса 0,96—5,05 г/м²). В реках, впадающих в Тазовскую губу, хирономиды составляют по биомассе до 73,9% от общего бентоса. Биомасса бентоса в этих реках (12,0—36,5 г/м²) выше, чем в самой губе [Иоффе, 1947].

Обская губа относится к водоемам средней продуктивности, средняя биомасса бентоса 11,9 г/м² [Ленинская, 1962]. В южной и средней частях Обской губы хирономиды вместе с моллюсками составляют основу бентоса. Особенно велика роль хирономид на заиленных песках, где они составляют по биомассе 43% общего бентоса; средняя биомасса бентоса равна 8,89 г/м² [Иоффе, 1947]. В северной части Обской губы личинки хирономид играют незначительную роль в общем бентосе.

Из рек, впадающих в Обскую губу, наиболее изучена в гидробиологическом отношении р. Надым. Для бассейна р. Надым известны 46 форм хирономид [Рузанова и др., 1976]. Биомасса личинок хирономид в русле Надыма составляла 0,51 г/м² (11,3% общей биомассы бентоса), в пойменных водоемах 2,4 г/м² (37,5%), в материковых озерах 0,14—0,49 г/м² (40—80%).

Очень своеобразна фауна хирономид в водоемах полуостровов Ямала и Гыдана. Здесь встречены 44 формы хирономид, преобладают личинки подсемейства Orthocladiinae, что характерно для водоемов тундры. Личинки хирономид водоемов Ямала и Гыдана в основном представлены холоднолюбивыми оксифильными формами. Из северных видов встречены Corynocera ambigua (Tanytarsus pedicelliferus), Trissocladius zalutschicola, T. fontinalis, T. paratatricus, Psectrocladius septentrionalis, Limnophyes karelicus, Abiskomyia virgo.

В водоемах Ямала найдены 42 формы хирономид, преобладали Micropsectra gr. praecox, Trissocladius paratatricus, Abiskomyia virgo [Слепокурова, Никифорова, 1978]. Водоемы Ямала малокормные, биомасса бентоса колеблется в пределах 0,01—2,76 г/м². Хирономиды являются ведущей группой бентоса с биомассой 0,01—0,45 г/м² [Кубышкин, Юхнева, 1971; Слепокурова и др., 1978].

В водоемах Гыданского полуострова хирономиды играют подчиненную роль. Биомасса хирономид в речных водах составляет не больше 0,1 г/м², или 0,3% от общего бентоса; в придаточных — 1,0 г/м², 17%; в пойменных — 5,5 г/м², 39,6% [Вышегородцев и др., 1976].

Для водоемов Гыдана отмечены 22 формы личинок хирономид. Рассматривая качественное распределение хирономид в водоемах Западной Сибири, следует отметить, что наиболее своеобразной фауной хирономид отличаются водоемы Горного Алтая и Крайнего Севера (полуостровов Ямала и Гыдана). В этих водоемах преобладают холодолюбивые хирономиды подсемейства Orthocladiinae. В водоемах остальных районов Западной Сибири состав хирономид сходен между собой, отличаясь только количественными соотношениями отдельных групп и руководящими формами.

Основная часть хирономид (более 70%), встреченных в водоемах Обь-Иртышского бассейна, представлена широко распространенными в палеарктике формами. Северная фауна хирономид насчитывает 15 форм, из них две (Cryptochironomus I. convergentus, Chironomus nigrifrons) встречены только в Сибири. В водоемах Горного Алтая найдены 25 эндемичных форм.

Наибольшее разнообразие личинок хирономид отмечено в речных водоемах — свыше 130 видов и форм. О. С. Зверева [1953] также указывает на более разнообразный состав хирономид в реках.

Фауна хирономид водоемов Западной Сибири представлена в основном пелофильным (82 формы) и фитофильным (47 форм) комплексами. Реофильный комплекс хирономид насчитывает 36 форм. В небольшом количестве встречена литофильная фауна хирономид (около 10 форм). Остальные личинки хирономид имеют широкий экологический спектр и встречаются в водоемах всех типов на различных биотопах.

В количественном отношении наиболее богато развиты личинки хирономид в придаточной и пойменной системах бассейнов Оби и Иртыша, а также в водохранилищах и материковых озерах эвтрофного типа.

ЗНАЧЕНИЕ ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД В ПИТАНИИ РЫБ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Личинки и куколки хирономид имеют чрезвычайно большое значение в питании всех рыб Обь-Иртышского бассейна. Особенно велика роль хирономид в питании осетровых рыб.

На всех участках Обь-Иртышского бассейна личинки и куколки хирономид являются основным компонентом пищи осетра всех возрастных групп [Сальдау, 1949]. По данным Скрипченко [1965], хирономиды составляют до 100% веса всей пищи осетра Новосибирского водохранилища. Также велика роль хирономид в питании молоди осетра в зимний период; в это время пища состоит почти исключительно из личинок хирономид [Вотинов, 1958]. В Новосибирском водохранилище в пище молоди осетра хирономиды составляют 58,5% веса пищевого комка. Наиболее часто встречались Cryptochironomus demeijerei, Cr. zabolotzkii, Cr. monstrosus, Lipiniella arenicola [Парамонова-Касспхина, 1976]. По видовому составу видно, что нагуливалась молодь осетра в районе верхнего плеса. В р. Чулым хирономиды в питании молоди осетра в июне, по нашим данным, составляли 34,7% веса всей пищи. Видовой состав хирономид был представлен 12 формами, преобладали Cryptochironomus gr. defectus, Chironomus obtusidens, Ch. plumosus, Procladius. Эти хирономиды являются ведущими в бентосе придаточных водоемов р. Чулым, где в это время и нагуливается молодь осетра.

Стерлядь также в большом количестве использует хирономид в питании. В русле Средней Оби доля хирономид в питании стерляди, по данным Соломоновской [1952], равна в июне 44,4% по весу. В июле хирономиды, по нашим наблюдениям, в питании стерляди р. Оби (Александровский район) занимали 22,3% веса всей пищи и 63,6% по встречаемости. Видовой состав хирономид из пищи насчитывает 20 форм. Доминируют Chironomus obtusidens, Ch. f. l. reductus, Ch. plumosus, Procladius. Следовательно, в июле стерлядь в Средней Оби нагуливается в заливах, затонах и в прирусловых притоках, где эти формы хирономид являются ведущими в бентосе.

Велико значение личинок хирономид в питании стерляди р. Чулым. На их долю приходится 74,1% веса пищевого комка, а по встречаемости они дают 100% [Медведев, Усынин, 1977].

Хирономиды являются также одним из основных объектов питания сиговых рыб. Чир в водоемах п-ова Ямал питается личинками хирономид [Кубынкин, Юхнева, 1971]. В бассейне р. Юрибей (п-ов Гыдан) основным компонентом питания чира по частоте встречаемости также являются хирономиды — 82,4% [Вышегородцев, 1974]. В Обской губе у молоди чира в питании хирономиды составляли 1,05—28,47% по весу [Брусынина, 1970]. В сорах Нижней Оби чир питается в основном хирономидами и моллюсками [Сальдау, 1949], другие организмы встречаются редко.

Муксун в водоемах Ямала и Гыдана потребляет в пищу хирономид в меньшем количестве, чем чир. Встречаемость хирономид в пище муксуна в этих водоемах 25,0—35,6% [Грандилевская-Дексбах, Соколова, 1970; Вышегородцев, 1977]. В Обской губе в питании муксуна хирономиды встречаются в незначительном количестве — 0,9—1,1% от веса пищевого комка [Брусынина, 1970]. В дельте Оби и у ходового муксуна в Нижней Оби в питании встречались преимущественно личинки хирономид [Сальдау, 1949; Слепокурова и др., 1977].

Сиг-пыжьян в большинстве водоемов питается в основном личинками хирономид и моллюсками [Сальдау, 1949; Вышегородцев, 1978].

Пелядь в период депрессии планктона в довольно большом количестве потребляет хирономид. М. П. Сальдау отмечает, что во многих желудках пеляди хирономиды встречаются в массе. Обычны хирономиды и в питании интродуцированной пеляди в водоемах Горного Алтая, где они по встречаемости составляют 17,8% [Вершинин и др., 1979]. При товарном выращивании пеляди в солоноватых озерах Курганской области хирономиды дают ее в питании до 30% по весу [Нестеренко и др., 1975].

Ряпушка слабо использует хирономид в питании [Вышегородцев, 1973].

В значительном количестве используются хирономиды в питании ленка (встречаемость 18—48%), хариуса (12—55%), гольца (73%) в водоемах Горного Алтая [Тэн, 1966].

Значительную роль играют личинки и куколки хирономид в питании карповых рыб. Язь в отдельных районах Обь-Иртышского бассейна в большом количестве использует хирономид. Так, в Новосибирском водохранилище хирономиды в пище язя составляют 44,1% по весу [Скрипченко, 1965], в Усть-Каменогорском — 24,2% [Писанко, 1969], в водоемах бассейна р. Чулым — 20,6 [Усынин, 1979], в оз. Сартлан — 33,3 [Касснхина, 1971], в водоемах средней Оби — 3,4—10,4% [Романова, 1949, а, б].

Плотва во многих водоемах потребляет хирономид в значительном количестве. В водоемах Средней Оби хирономиды в питании плотвы в зависимости от сезона дают по весу 5—65% [Романова, 1949 а, б], в р. Томи — 8,1 [Круглова, 1951 б], в Новосибирском водо-

хранилище — 28,4 [Скрипченко, 1965], в Карымских озерах бассейны р. Конды — 14,7—30,0% [Житло, Юхнева, 1960].

Елец использует хирономид в большом количестве в период нагула на пойме — до 18,9—32,8% по весу [Романова, 1949].

В некоторых озерах юга Западной Сибири хирономиды являются основной пищей карасей, где они составляют 29,7—66,1% веса пищевого комка [Нестеренко и др., 1975]. В таежных озерах караси в меньшем количестве используют хирономид (3,8—18,0% веса пищи) [Житло, Юхнева, 1960]. В пойменных водоемах Средней Оби доля хирономид в питании карасей по весу 9,2—29,7% [Романова, 1949; Круглова, 1951б].

У линя хирономиды служат основным объектом питания и дают в разных водоемах 26,4—53,0% от веса пищевого комка [Романова, 1949а, б; Прусевич, Прусевич, 1976].

Лещ, вселенный в водоемы Западной Сибири, стал одним из основных потребителей хирономид. Личинки и куколки хирономид в пище леща разных водоемов составляют от 36,6 до 97,3% веса пищевого комка [Юдина, 1952; Петкевич, Сецко, 1960; Скрипченко, 1965; Киселева, 1966].

Другой вселенец, сазан, также в большом количестве потребляет личинок хирономид. В оз. Сартлан в питании сазана они составили 70,61% веса всей пищи [Кассихина, 1971].

Основным конкурентом промысловых рыб в использовании личинок хирономид в питании является ерш. Хирономиды — объект питания ерша во всех водоемах Западной Сибири. По частоте встречаемости они составляют в питании ерша от 80 до 100%, а по весу от 34,4 до 98,6% [Романова, 1949а, б; Круглова, 1951б; Скрипченко, 1965; Писанко, 1969; Прусевич, Рузанова, 1973].

Из хищных рыб в значительном количестве потребляет хирономид только окунь. В питании окуня в различных водоемах они дают от 2,2 до 89,3% веса всей пищи [Сальдау, 1949; Романова, 1949; Круглова, 1951; Скрипченко, 1965; Кассихина, 1971; Прусевич, Прусевич, 1976].

На основе приведенных данных можно сделать вывод, что в питании рыб наиболее интенсивно используются хирономиды в речной и придаточной системах Оби и Иртыша. Здесь нагуливаются осетр, стерлядь, муксун и во второй половине лета скатывается рыба из пойменных водоемов. Также интенсивно хирономиды потребляются рыбами в водохранилищах и во многих озерах юга Западной Сибири, где местная ихтиофауна дополнена вселенцами. Основными объектами их питания служат личинки и куколки хирономид. В пойменных водоемах хирономиды потребляются в большом количестве только весной и в первой половине лета. С падением уровня паводковых вод многие рыбы покидают пойму и там остаются только местные рыбы, которые используют хирономид сравнительно слабо. Очень слабо поедают хирономид рыбы таежных озер.

Целесообразно использовать пойменные водоемы и таежные озера эвтрофного типа (в большинстве случаев заморные) для однолетнего выращивания ценных видов рыб.

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьева Л. И., Савостьянова Г. Г. Согом-Ендырские озера.— Тр. Обь-Тазов. отд-ния ВНИОРХ. Нов. сер., 1960, т. 11, с. 118—160.

Березовский А. И. Отчеты Сибирской ихтиологической лаборатории за 1924/25, 1925/26 и 1926/27 гг.— Тр. Сиб. науч.-рыбохоз. станции. (Красноярск), 1928, т. 3, вып. 1. 88 с.

Битюков Э. П. Кормовая база рыб оз. Чаны.— В кн.: Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск, 1963, с. 23—28.

Благовидова Л. А. Распределение бентоса в пойменных водоемах Парабельского района Томской области.— В кн.: Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск, 1963, с. 48—63.

Благовидова Л. А. Годовая динамика бентоса пойменных водоемов Верхней Оби.— В кн.: Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск, 1969а, с. 157—165.

Благовидова Л. А. Зообентос Новосибирского водохранилища.— В кн.: Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск, 1969б, с. 139—150.

Благовидова Л. А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири.— Гидробиол. журн., 1973, т. 9, № 1, с. 55—61.

Благовидова Л. А. Состояние зообентоса водохранилища на втором десятилетии его существования.— В кн.: Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск, 1976, с. 83—98.

Брусынина И. Н. К изучению пищевых отношений рыб Обской губы.— В кн.: Биология и продуктивность водных организмов. Свердловск, 1970, с. 8—13.

Вакулко Л. П. Личинки хирономид Бухтарминского водохранилища в первые годы его наполнения.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1966, с. 302—304.

Вершинин В. К., Коновалова О. С., Фоменко Л. А. Зообентос некоторых водоемов Горного Алтая и его роль в питании интродуцированной пеляди.— В кн.: Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования: Тез. докл. Барнаул, 1979, с. 123—124.

Вотинов Н. П. Осетровые рыбы Обского бассейна. Тюмень, 1958. 44 с.

Вышегородцев А. А. Питание сибирской ряпушки в бассейне р. Юрибей (бассейн Гыданского залива).— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Томск, 1973, с. 71—72.

Вышегородцев А. А. Биология чира бассейна р. Юрибей.— Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ, 1974, т. 4, с. 113—118.

Вышегородцев А. А. Биология муксуна р. Юрибей (бассейн Гыданского залива).— В кн.: Вопросы биологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1977, с. 38—42.

Вышегородцев А. А. К экологии сига-пыжьяна р. Юрибей (бассейн Гыданского залива).—В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Красноярск, 1978, с. 213—215.

Вышегородцев А. А., Гундризер В. А., Зимин А. Г. и др. Озера Салымской системы и пути их рыбохозяйственного использования.— В кн.: Биология и биофизика. Томск: Изд-во ТГУ, 1974, с. 22—28.

Вышегородцев А. А., Гундризер А. Н., Долгин В. Н. и др. Гидробиология и рыбы бассейна р. Юрибей (Гыданский полуостров).— В кн.: Проблемы экологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1976, т. 4, с. 27—36.

Грандилевская-Дексбах М. Л., Соколова Г. А. К фауне хирономид некоторых озер полуострова Ямал.— Тр. Ин-та экологии растений и животных, 1970, вып. 72, с. 14—19.

Гундризер А. Н., Долгин В. Н., Залозный Н. А. и др. Классификация гидробиоценозов и типология водоемов Западной Сибири: Тез. докл. III Всесоюз. съезда ВГБО. Рига, 1976, т. 2, с. 183—186.

Дулькейт Г. Д., Башмаков В. Н., Башмакова А. Я. Барабинские озера и их рыбное хозяйство.— Тр. Зап.-Сиб. отд-ния ВНИОРХ 1935, т. 11, с. 18—148.

Житло Я. И., Юхнева В. С. Карымские озера.— Тр. Обь-Тазов. отд-ния ВНИОРХ. Нов. сер., 1960, т. 11, с. 58—117.

Зверева О. С. Опыт рекогносцировочного обследования озер по Омскому и Славгородскому округам Сибкрая.— Тр. Сиб. науч.-рыбохоз. станция, 1930, т. 5, вып. 2, 90 с.
Зверева О. С. Личинки тендипедид (хирономид) равнинных рек Европейского Севера СССР.— Тр. ВГБО, 1953, т. 5, с. 264—274.
Иванова З. А. Озерное рыбное хозяйство в степной зоне Алтайского края.— В кн.: Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск, 1963, с. 91—100.
Иоганзен Б. Г., Петкевич А. Н. Рыбное хозяйство Барабинских озер и пути его развития. Новосибирск, 1954, 176 с.
Иоганзен Б. Г., Залозная В. В., Иванова М. А. и др. Гидробиология и продуктивность водоемов бассейна р. Кети.— Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ, 1975, т. 5, с. 23—49.
Иоффе Ц. И. Донная фауна Обь-Иртышского бассейна и ее рыбохозяйственное значение.— Изв. ВНИОРХ, 1947, т. 25, вып. 1, с. 113—161.
Кассихина Н. М. Пищевые взаимоотношения промысловых рыб озера Сартлан.— В кн.: Биологические основы рыбохозяйственного использования озерных систем Сибири и Урала. Тюмень, 1971, с. 176—182.
Киселева В. А. Пищевые взаимоотношения рыб в Усть-Каменогорском водохранилище.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1966, с. 304—306.
Козляткин А. Л., Тютеньков С. К., Шендрик Л. П. Количественное развитие и распределение зообентоса Бухтарминского водохранилища (1967—1972 гг.).— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Томск, 1973, с. 188—190.
Круглова В. М. Новые личинки хирономид (триба Chironomariae) из Западной Сибири.— Тр. Биол. ин-та ТГУ, 1940, т. 7, с. 219—227.
Круглова В. М. Таежные озера Нарыма.— Природа, 1945, № 2.
Круглова В. М. Материалы по фауне личинок тендипедид (Tendipedidae, Diptera) водоемов Алтая.— Заметки по фауне и флоре Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1949, вып. 7/16, с. 39—44.
Круглова В. М. К биологии водоемов бассейна реки Чульчи.— Тр. Том. ун-та, 1950а, т. 111, с. 67—86.
Круглова В. М. Личинки тендипедид бассейна реки Чульчи.— Тр. Том. ун-та, 1950б, т. 111, с. 127—135.
Круглова В. М. Личинки тендипедид водоемов Томской области.— Тр. Том. ун-та, 1951а, т. 115.
Круглова В. М. Питание рыб в водоемах окрестностей Томска.— Тр. Том. ун-та, 1951б, т. 115, с. 303—334.
Кубышкин В. П., Юхнева В. С. Фауна Яррото 2-е п-ова Ямал.— В кн.: Биологические основы рыбохозяйственного использования озерных систем Сибири и Урала. Тюмень, 1971, с. 155—169.
Лепнева С. Г. К изучению донной фауны Верхней Оби.— Зап. Гос. гидрол. ин-та, 1930, т. 3, с. 121—194.
Лепнева С. Г. Жизнь в озерах.— В кн.: Жизнь пресных вод СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1950, т. 3, с. 257—552.
Лепнева С. Г. Телецкое озеро как среда обитания рыб.— Заметки по фауне и флоре Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1966, вып. 19, с. 3—26.
Лещинская А. С. Зоопланктон и бентос Обской губы как кормовая база для рыб.— Тр. Салехард. стационара УФ АН СССР, 1962, вып. 2. 76 с.
Липина Н. Н. К фауне Chironomidae р. Оби.— Изв. Гос. гидрол. ин-та, 1926, № 17.
Липина Н. Н. Личинки и куколки хирономид: Экология и систематика. М., 1928. 179 с.
Липина Н. Н. Личинки тендипедид оз. Телецкого, его притоков и реки Бии.— Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1949, т. 7, вып. 4, с. 193—212.
Медведев Ф. С., Усынин В. Ф. Некоторые вопросы питания стерляди Acipenser ruthenus L. среднего течения Чулыма.— В кн.: Вопросы биологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1977, с. 52—55.
Мисейко Г. Н. К вопросу о кормовой базе оз. Чаны: Тез. докл. IV Всесоюз. лимнол. совещ.: Лиственничное на Байкале, 1977, с. 256—259.

11 Заказ № 783

Мисейко Г. Н. К фауне, экологии и систематике хирономид озера Чаны.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Красноярск, 1978, с. 103—108.
Пельзина Е., Масленникова Л. Озеро Зайсан и его биология.— Учен. зап. Перм. ун-та, 1938, т. 3, вып. 2, с. 65—106.
Нестеренко Н. В., Комарова Г. И., Леонтьева А. П. и др. Опыт товарного выращивания пеляди в солоноватом, периодически заморном озере Щучье Курганской области.— Тр. Урал. отд-ния науч. исслед. проект. ин-та рыб. хоз-ва, 1975, т. 9. ч. 1, с. 108—130.
Парамонова-Кассихина Н. М. Питание рыб Новосибирского водохранилища.— В кн.: Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск, 1976, с. 141—152.
Петкевич А. Н. Сецко Р. И. Лещ оз. Убинского. Новосибирск, 1960.- 24 с.
Пирожников П. Л. К познанию оз. Сартлан в лимнологическом и рыбохозяйственном отношении.— Тр. Сиб. науч.-рыбохоз. станции, 1929, т. 4, вып. 2. 119 с.
Писанко А. Н. О роли ерша в пищевых отношениях рыб.— В кн.: Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969, с. 127—129.
Прусевич Н. А., Рузанова А. И. К вопросу биологической продуктивности водоемов Средней Оби.— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Томск, 1973, с. 262—263.
Прусевич Н. А., Прусевич Л. С. О рыбохозяйственном использовании водохранилищ верхнего участка р. Тобол.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана: Тез. докл. Душанбе, 1976, с. 342—344.
Романова Г П. Материалы к количественной характеристике бентоса среднего течения р. Оби. (Нарым).— Тр. Бараб. отд-ния ВНИОРХ, 1949а, т. 3, с. 5—22.
Романова Г П. Питание пойменно-речных рыб среднего течения р. Оби.— Тр. Бараб. отд-ния ВНИОРХ, 1949б, т. 3, с. 23—42.
Романова Г. П. К изучению зоопланктона и зообентоса верхнего течения р. Оби.— Тр. Том. ун-та, 1963, т. 152, с. 115—125.
Рузанова А. И. К изучению личинок хирономид водоемов Средней Оби.— В кн.: Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Томск, 1973, с. 194—195.
Рузанва А. И. Роль личинок хирономид в продуктивности русла средней Оби.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Красноярск, 1978а, с. 205—208.
Рузанова А. И. Видовой состав личинок хирономид и их распределение по водоемам Средней Оби.— В кн.: Вопросы биологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1978б, с. 78—83.
Рузанова А. И. Материалы к фауне личинок хирономид непойменных водоемов Средней Оби.— В кн.: Вопросы зоологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 37—42.
Рузанова А. И., Черкашин В. И., Черкашина Н. С. Личинки хирономид бассейна нижнего и среднего течения р. Надым (система Обской губы).— Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ, 1976, с. 97—100.
Салазкин А. А. О развитии фауны в гумифицированных озерах Тюменской области.— Зоол. журн., 1965, т. 44, вып. 11.
Салазкин А. А. Личинки хирономид (Chironomidae) Обь-Иртышского бассейна и их роль в питании рыб.— Изв. ГосНИОРХ, 1968, т. 67, с. 270—281.
Сальдау М. П. Питание рыб Обь-Иртышского бассейна.— Изв. ВНИОРХ, 1949, т. 28, с. 175—225.
Скрипченко Э. Г Питание и пищевые взаимоотношения рыб Новосибирского водохранилища.— Учен. зап. Том. ун-та, 1965, № 51, с. 154—160.
Слепокурова Н. А. Фауна разнотипных озер Ханты-Мансийского округа.— Тр. Обь-Тазов. отд-ния науч.-исслед. проект ин-та рыб. хоз-ва. Нов. сер., 1977, т. 4, с. 113—127.

Слепокурова Н. А., Замятин В. А., Бабин В. Е. Роль салм дельты р. Оби для нагула сиговых рыб.— Тр. Обь-Тазов. отд-ния Сиб. науч.-исслед. проект. ин-та рыб. хоз-ва. Нов. сер., 1977, т. 4, с. 84—91.
Слепокурова Н. А., Никифорова Л. Г. К изучению зоопланктона и зообентоса озер п-ова Ямал.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования: Тез. докл. Красноярск, 1978, с. 80—82.
Соломоновская В. П. Питание некоторых рыб Верхней и Средней Оби.— Тр. Том. ун-та, 1952, т. 119, с. 65—74.
Судаков В. М., Полукеев А. А., Полукеева Т Л. Озера Беленгутской системы и перспективы их рыбохозяйственного использования.— Тр. Обь-Тазов. отд-ния Сиб. науч.-исслед. проект. ин-та рыб. хоз-ва. Нов. сер., 1977, т. 4, с. 92—108.
Тэн В. А. Личинки хирономид озера Маркаколь и их значение в пище рыб.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1966, с. 198—199.
Тютеньков С. К. Бентос озера Зайсан по данным гидробиологической съемки.— В кн.: Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск, 1963, с. 100—104.
Тютеньков С. К., Шендрик Л. П., Козляткин А. Л. Сезонная и многолетняя динамика зообентоса Бухтарминского водохранилища: Тез. докл. II Всесоюз. съезда ВГБО. Кишинев, 1970, с. 374—375.
Усынин В. Ф. Биология язя бассейна среднего и нижнего течения р. Чулым.— В кн.: Вопросы зоологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 52—58.
Файзова Л. В. Сезонная динамика состава, обилия и биомассы личинок хирономид в водоемах окрестностей Томска.— В кн.: Природные ресурсы Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1977, с. 61—68.
Файзова Л. В. О биологической продуктивности водоемов бассейна р. Чулым.— В кн.: Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979, с. 146—156.
Филатова З. А. О количественном распределении бентоса в заморных водоемах Средней Оби.— В кн.: Памяти академика С. А. Зернова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948, с. 144—158.
Фридман Г. М. Материалы к изучению Иртыша: 1. Гидробиологический очерк р. Иртыш и придаточных водоемов в пределах Вагайского района.— Тр. Перм. биол. науч.-исслед. ин-та, 1937, т. 7, № 3/4, с. 177—260.
Шеренкова Н. П. Влияние гидрологических и гидрохимических факторов на бентос озер Салтаим и Тенис.— В кн.: Вопросы зоологии. Томск; Изд-во ТГУ, 1966, с. 88—90.
Шеренкова Н. П. Зоопланктон и бентос озер Салтаим и Тенис.— В кн.: Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969, с. 108—111.
Шилова А. И., Рузанова А. И. К фауне хирономид средней Оби (Diptera, Chironomidae).— Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1979, № 43, с. 44—46.
Юдина Е. В. Лещ как объект акклиматизации в водоемах Западной Сибири.— Тр. Том. ун-та, 1952, т. 119.
Юхнева В. С. Сезонная динамика бентоса в озерах и ее зависимость от газового режима.— В кн.: Вопросы зоологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1966, с. 91—92
Юхнева В. С. Планктон и бентос одного из гумифицированных озер Западной Сибири.— В кн.: Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969, с. 105—107.
Юхнева В. С. Бентос Нижней Оби и использование его рыбами: Тез. докл. II Всесоюз. съезда ВГБО. Кишинев, 1970, с. 423—424.
Юхнева В. С. Личинки хирономид низовьев Обь-Иртышского бассейна.— Гидробиол. журн., 1971, т. 7, № 1, с. 38—42.

УДК 594

ПРЕСНОВОДНЫЕ МОЛЛЮСКИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ, ИХ РОЛЬ В ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОЕМОВ И ПИТАНИИ РЫБ

В. А. ГУНДРИЗЕР

Пресноводные моллюски — распространенная группа водных животных, насчитывающая в водоемах СССР значительное количество видов. Достигая массового развития, они во многом определяют биопродуктивность, а благодаря пищевым качествам являются ценным продуктом питания многих промысловых рыб, околоводных птиц, млекопитающих. Будучи важным звеном в трофических связях биоценозов, моллюски не только служат объектом питания, но и сами используют в пищу простейших и органический детрит, тем самым способствуя самоочищению водоемов. Обладая хорошо сохраняющейся раковиной, они играют большую роль в выяснении спорных вопросов генезиса покровных отложений, что очень важно при биостратиграфических и палеонтологических исследованиях и геолого-поисковых работах. Выявление состава пресноводной малакофауны важно и при прогнозировании возможности распространения паразитарных заболеваний, так как моллюски являются промежуточными хозяевами паразитов.

Первые сведения, касающиеся малакофауны Средней Сибири, мы находим у П. С. Палласа [1773—1786], проводившего исследования в составе экспедиций Петербургской академии наук, а также в работах А. Миддендорфа [1869]. По результатам шведской экспедиции А. Е. Норденшельда [1875—1876 г.г.] К. А. Вестерлунд [Westerlund, 1876, 1885, 1886, 1897] приводит 28 видов пресноводных моллюсков.

После основания в Красноярске Енисейской ихтиологической лаборатории материалы по зообентосу и питанию рыб уточняются В. Л. Исаченко, С. Д. Лавровым [1908], С. Д. Лавровым, В. Л. Исаченко [1911], В. Л. Исаченко [1912, 1916], М. Д. Рузским [1916]. Сведения о составе малакофауны и данные о биомассе как пищевом запасе ценных промысловых рыб мы находим у проводивших исследования в составе Сибирской научной рыбохозяйственной станции А. И. Березовского [1924, 1925], И. Л. Пирожникова [1929, 1937, 1941]. В 1938—1941 и 1946—1953 гг. Сибирское отделение ВНИОРХ проводило работы по гидробиологическому изучению Енисея. Материалы по определению биомассы бентоса, его качественного и количественного состава как источника пищевых запасов для местных промысловых видов рыб были опубликованы П. Л. Пирожниковым [1953], А. В. Подлесным [1948, 1955, 1958], А. В. Подлесным, С. М. Сесятиным [1968], а также В. Н Грезе [1951, 1953а, 1954, 1957, 1959]. В 1953 и 1954 гг. выходят работы

Б. Г. Иогапзена, непосредственно касающиеся малакофауны района Верхнего Енисея. Некоторые сведения о роли моллюсков в питании рыб приводят Ф. И. Вовк [1948], Н. Г. Некрашевич [1940], Г. П. Романова [1948б], К. И. Счастнев [1938]. Интересные данные о малакофауне среднего течения Енисея сообщают И. И. Грезе [1953а, 1954], а водоемов верхнего течения — Ю. И. Запекина-Дулькейт [1965]. На основании систематической ревизии коллекций пресноводных моллюсков, хранящихся в ЗИН АН СССР (Ленинград), Я. И. Старобогатов, Э. А. Стрелецкая [1967] уточняют видовой состав малакофауны бассейна Енисея и указывают несколько новых видов. Сведения о составе малакофауны Верхнего Енисея мы находим в работах А. Н. Гундризера, М. А. Ивановой [1969], Б. Г. Иоганзена и др. [1977], А. Н. Гундризера и др. [1977], а для Нижнего Енисея — в работах В. И. Головко [1973], В. А. Гундризера [1978], В. А. Гундризера, Е. А. Новикова [1977], В. А. Гундризера, Я. И. Старобогатова [1979].

Малакофауна бассейна Енисея насчитывает в настоящее время 110 видов пресноводных моллюсков (см. таблицу). Эта группа водных животных играет значительную роль в биомассе зообентоса. Наибольшего развития зообентос достигает в пойменных водоемах, несколько ниже — в придаточных. В речных и непойменных водоемах ее величина становится наименьшей.

До 88% зообентоса русла Енисея приходится на участок севернее Нижней Тунгуски, среднее течение дает 8,5% всего зообентоса [В. Грезе, 1957]. Севернее устья Нижней Тунгуски биомасса зообентоса 1,39 г/м^2 (на долю моллюсков приходится 2,9%), увеличивается лишь в дельте до 3,9 г/м^2 (моллюски составляют 6,1%). Уступая амфиподам, олигохетам, тендипедидам, моллюски достигают в целом для русла Енисея (исключая губу) 5,9% биомассы зообентоса [В. Грезе, 1957]. Преобладающими видами в верхнем течении являются Valvata aliena, Pisidium amnicum, Euglesa ponderosa. В среднем течении, где начинают откладываться илистые пески, кроме перечисленных видов, появляются Anisus albus, Amesoda scaldiana, Euglesa subtruncata, E. nitida, а в нижнем течении, где локализуется главным образом илистый грунт и в местах развития высшей водной растительности, в большом количестве отмечаются Lymnaea ovata, Anisus albus, Physa fontinalis.

В крупных притоках Верхнего Енисея биомасса зообентоса колеблется от 8,7 до 44,7 г/м^2. Наибольшие ее показатели отмечены для р. Сыды (28,4 г/м^2, из них моллюски — 22,2 г/м^2), для р. Ои (23,4 г/м^2, моллюски — 18,6 г/м^2), для р. Абакан (30,1 г/м^2, моллюски — 20,2 г/м^2). Малакофауна представлена довольно разнообразно с преобладанием таких видов, как Valvata confusa, V. depressa, Lymnaea auricularia, Anisus acronicus, Pisidium amnicum, Euglesa ostroumovi, E. casertana. Значительное снижение биомассы по сравнению с Верхним Енисеем наблюдается только в речных водах бассейна Нижнего Енисея, где зообентос составляет всего 2,6 г/м^2 (из них моллюски — 1,0 г/м^2). Наименьшие показатели отмечаются в речных водах зоны тундры (1,8 г/м^2, из них моллюски —

Видовой состав пресноводных моллюсков Средней Сибири

Вид	Бассейны			Автор, впервые указавший вид для бассейна Енисея
	Верхний Енисей	Средний Енисей	Нижний Енисей	
GASTROPODA				
V a l v a t i d a e				
Valvata piscinalis (Mûll.)	+	+	—	Миддендорф, 1851
V. depressa C. Pf.	+	+	+	Черемнов, 1972
V. trochoidea Menke	—	—	+	Гундризер, Иванова, 1969
V. klinensis Milach.	+	+	+	Черемнов, 1972
V. ambiqua (West.)	+	+	+	Черемнов, 1972
V. aliena West.	+	+	+	Westerlund, 1876
V. antiquilina Mozley	+	—	—	Черемнов, 1972
V. confusa West.	+	+	+	Westerlund, 1876
V. ssorensis B. Dyb.	+	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
V. sibirica Midd.	+	+	+	Westerlund, 1876
Valvata pulchella Stud.	+	—	—	Иоганзен, 1953
B i t h y n i i d a e				
Bithynia sibirica West.	—	+	+	
B. contortrix Ldh.	—	+	+	Westerlund, 1876
A c r o l o x i d a e				Старобогатов, Стрелецкая, 1967
Acroloxus lacustris L.	—	+	+	Пирожников, 1953
L y m n a i d a e				
Lymnaea stagnalis (L.)		+	+	Миддендорф, 1851
L. producta Colb.	—	+	+	Westerlund, 1876
L. auricularia L.	+	+	+	Миддендорф, 1851
L. torquilla West.	—	—	+	Westerlund, 1876
L. intercisa Ldh.	—	—	+	Гундризер, 1978
L. zazurnensis Moz.	—	—	+	Гундризер, Новиков, 1977
L. intermedia Lam.	—	—	+	Гундризер, 1978
L. ovata Drap.	—	—	+	Гундризер, 1978
L. igarkae Gundriser et Starobogatov	—	—	+	Гундризер, Старобогатов, 1979
L. kurejkae Gundr. et Star.	—	—	+	Гундризер, Старобогатов, 1979
L. dolgini Gunr. et Star.	—	—	+	Гундризер, Старобогатов, 1979
L. dipkunensis Gundr. et Star.	—	—	+	Гундризер, Старобогатов, 1979
L. inflata Cobelt	—	—	+	Гундризер, 1978
L. ampullacea Rossm.	—	—	+	Гундризер, 1978
L. tumida Held.	—	—	+	Гундризер, 1978
L. patula (Da Costa)	—	—	+	Гундризер, 1978
L. fontinalis (Stud.)	—	+	+	Westerlund, 1876
L. palustris (Mull.)	—	—	+	Иоганзен, 1953
L. atra Schranck	—	+	+	Westerlund, 1876
L. terebra West.	+	+	+	Westerlund, 1876
L. draverti Mozl.	+	—	—	Черемнов, 1972
L. ventricosella B. Dyb.	—	—	+	Дыбовский, 1913

Вид	Бассейны			Автор, впервые указавший вид для бассейна Енисея
	Верхний Енисей	Средний Енисей	Нижний Енисей	
L. truncatula (Mull.)	+	+	+	Westerlund, 1876
L. sibirica West.	—	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
L. angensis Star.	—	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
L. glutinosa Mull.	—	—		Гундризер, 1978
Physidae				
Sibirenauta elongata Say	+	+	+	Миддендорф, 1851
Physa fontinalis (L.)	+	+	+	Westerlund, 1876
Ph. sibirica West.	—	—	+	Westerlund, 1876
Bulinidae				
Planorbarius corneus (L.)	+	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1977
Pl. purpura (Mull.)	—	—	+	Гундризер, 1978
Planorbidae				
Planorbis planorbis (L.)	+	—	+	Запекина-Дулькейт, 1965
Anisus vortex (L.)	+	—	+	Westerlund, 1876
A. johanseni Mozley	—	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
A. vorticulus (Trosch.)	+	—	—	Черемнов, 1972
A. leucostoma Milll.	+	+	+	Рузский, 1916
A. spirorbis (L.)	+	—	—	Черемнов, 1972
A. contortus (L.)	+	+	+	Westerlund, 1876
A. acronicus (Fer.)	+	+	+	Westerlund, 1876
A. stroemi West.	+	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
A albus (Mull.)	+	—	+	Запекина-Дулькейт, 1965
A. baicalicus (B. Dyb.)	—	+	+	Дыбовский, 1913
Choanomphalus rossmaessleri (Schm.)	+	—	+	Черемнов, 1972
Hippeutis diaphanella (Bourg.)	—	—	+	Гундризер, 1978
H. complanata (L.)	+	—	—	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
Armiger crista (L.)	+	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
BIVALVIA				
Unionidae				
Anodonta ponderosa Pfeiff.	+	—	+	Черемнов, 1972
A. piscinalis Krugl. et Star.	+	—	—	Черемнов, 1972
A. sedacovi Siem.	+	—	—	Черемнов, 1972
A. seisanensis Kob.	+	+	+	Черемнов, 1972
Pisidiidae				
Sphaerium corneum (L.)	+	+	+	Иогансен, 1953
Sph. levinodis West.	+	+	+	Westerlund, 1877
Sph. rectidens Star. et Str.	+	+	—	Черемнов, 1972
Sph. capiduliferum Ldh.	—	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977

Окончание

Вид	Бассейны			Автор, впервые указавший вид для бассейна Енисея
	Верхний Енисей	Средний Енисей	Нижний Енисей	
Sph. nucleus West.	+	—	—	Черемнов, 1972
Musculium creplini (Dunk.)	+	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
M. clessini (Dunk.)	+	—	—	Черемнов, 1972
M. hungarucum (Haz.)	+	—	—	Черемнов, 1972
M. johanseni Tscheremnov		—	—	Черемнов, 1972
Amesoda asiatica (Mart.)	—	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
A. transversalis Cless.	—	—	+	Гундризер, Новиков, 1977
A. caperata Cless.	—	—	+	Гундризер, Новиков, 1977
A. scaldiana (Norm.)	+	—	—	Грезе, 1957
Sphaerinova inflata (Midd.)	—	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
Lacustrina dilatata (West.)	+	+	+	Черемнов, 1972
Pisidium amnicum (Mull.)	+	+	+	Грезе, 1957
Euglesa conica (Baudon)	—	—	+	Гундризер, 1978
E. ponderosa (Stelfox)	—	—	+	Грезе, 1957
E. dupuiana (Norm.)	+	—	—	Черемнов, 1972
E. ostroumovi Pir. et Star.	+	—	—	Черемнов, 1972
E. nitida (Jenuns)	+	+	+	Грезе, 1957
E. casertana (Poli)	+	—	—	Иоганзен, 1953
E. pulchella (Jenuns)	+		+	Грезе, 1957
Euglesa henslowana (Schepp.)	+	—	—	Грезе, 1957
E. suecica (Cless. in West.)	—	—	+	Гундризер, 1978
E. acuminata (Cless. in West.)	+	—	—	Черемнов, 1972
E. borealis (Cless.)	+	+	—	Westerlund, 1877
E. globularis (Cless. in West.)	+	+	+	Черемнов, 1972
E. sibirica (Cless. in West.)		+		Старобогатов, Стрелецкая, 1967
E. lilljeborgi (Cless.)	+	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
E. waldeni Kuiper	—	—	+	Гундризер, 1978
E. jamalensis Dolg. et Star.	—	—	+	Гундризер, 1978
E. novicovi Dolg. et Star.	—	—	+	Гундризер, Новиков, 1977
E. subtruncata (Malm.)	+	+	+	Иоганзен, 1953
E. mucronata (Cless. in West.)	+	+	+	Westerlund, 1877
E. scholtzii (Cless.)	+	+	+	Черемнов, 1972
E. lapponica (Cless.)	—	+	+	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
E. cor Star. et Str.	—	+	+	Старобогатов, Стрелецкая, 1967
E. tetragona (Norm.)	—			Westerlund, 1877
E. obtusalis (Jen.)	+	—	—	Запекина-Дулькейт, 1965
Euglesa hibernica West.	+	—	—	Черемнов, 1972
E. schadini (Joh.)	+	—	—	Иоганзен, 1954
E. milium (Held.)	+	—	—	Гундризер, Иванова, Новиков, 1977
Neopisidium tenuilineatum Stelfox	+	—	—	Черемнов, 1972
Odneripisidium popovae Star. et Str.	+	—	—	Старобогатов, Стрелецкая, 1967

1,2 г/м²) [В. А. Гундризер, 1978]. Наряду с распространенными в Верхнем и Среднем Енисее моллюсками наибольшего развития здесь достигают Valvata coniausa, Anisus acronicus, Lacustrina dilatata, Sphaerium levinodis, Amesoda asitica, Euglesa pulchella, Euglesa tetragona.

В придаточных водоемах также наблюдается тенденция к снижению количественных показателей зообентоса в бассейне Нижнего Енисея по сравнению с Верхним. Так, если для Верхнего Енисея эти показатели колеблются от 58,0 до 71,0 г/м² и на долю моллюсков приходится в среднем 41,5 г/м², или 64,3% [Черемнов, 1972], то для Нижнего Енисея зообентос составляет 19,3 г/м², из них на долю моллюсков приходится 12,9 г/м², или 66,8% [В. А. Гундризер, 1978]. Для Верхнего Енисея наиболее характерны Valvata antiquilina, Lymnaea auricularia, Physa fontinalis, Anisus contortus, A. acronicus, для Среднего Енисея — Valvata confusa, Bithynia sibirica, для Нижнего Енисея — Anisus contortus, Sphaerium corneum, Euglesa cor.

Биомасса зообентоса в пойменных водоемах достигает наибольшей величины. Так, в Верхнем Енисее она доходит до 383 г/м² (бассейн Ои), биомасса моллюсков колеблется от 30,0 до 361,1 г/м² [Черемнов, 1972]. По Среднему Енисею зообентос не превышает 87,7 г/м², где моллюски составляют 47,2 г/м² [бассейн рек Кас и Сым). В Нижнем Енисее при биомассе зообентоса 41,2 г/м² моллюски достигают 35,0 г/м² (84,0%) [В. А. Гундризер, 1978]. Видовой состав моллюсков данного биотопа очень разнообразен. Наиболее характерными в Верхнем Енисее Sibirenauta elongata, Anisus spirorbis, A. vorticulus, Segmentina complanata, в бассейне среднего течения — Lymnaea stagnalis, Anisus acronicus, A. baicalicus, Euglesa pulchella, в бассейне нижнего течения — Valvata confusa, Lymnaea intercisa, Planorbarius purpura.

В непойменных озерах бассейна Верхнего Енисея биомасса бентоса относительно невелика и колеблется от 8,6 до 13,4 г/м², а биомасса моллюсков — от 3,9 до 9,2 г/м² [Черемнов, 1972]. В водоемах Среднего Енисея зообентос достигает 7,1—10,1 г/м², а моллюски — 3,2—4,4 г/м², Нижнего Енисея — соответственно 9,3 и 8,1 г/м² (или 87,6%) [В. А. Гундризер, 1978].

Видовой состав моллюсков менее разнообразен, чем в пойменных и придаточных водоемах. Характерными для Верхнего Енисея являются Lymnaea stagnalis, L. draverti, Anisus vortex Sphaerium nucleus [Черемнов, 1972], для Среднего Енисея — Lymnaea auricularia, Anisus contortus Euglesa nitida, для Нижнего Енисея — Valvata confusa, Lymnaea palustris, Sphaerium capiduliferum, Euglesa novicovi.

Таким образом, наблюдается общая закономерность снижения количественных показателей зообентоса в северных районах по сравнению с южными (за исключением русла Енисея). Одновременно в придаточных и непойменных водоемах доля моллюсков в зообентосе повышается соответственно с 64,3 до 66,8% и с 59,0 до 87,1%, в пойменных водоемах процентное содержание моллюсков

падает незначительно и лишь в речных водах наблюдается резкое снижение доли моллюсков с 62,9 до 38,5%.

Указывая наиболее характерные виды для разных типов водоемов, необходимо отметить, что моллюски приурочены к определенным биотопам, образуя свойственные им экологические группы. Но некоторые моллюски в пределах бассейна Енисея относятся к разным экологическим группам. Например, Valvata klinensis, V. aliena являются в Нижнем Енисее лимнопелофилами, а в верхнем бассейне — реопелофилами; такие лимнофитофилы (в Нижнем Енисее), как Anisus contortus, A. acronicus, в верхней части бассейна становятся соответственно лимнопело- и литопсаммореофилами, реопелофилы Sphaerium levinodis, Euglesa subtruncata в Верхнем Енисее — лимнопелофилы; реопсаммопелофилы (в бассейне нижнего течения Енисея) E. borealis, E. globularis — в верхнем течении соответственно реопело- и лимнопелофилы. Хотя эврибионты нами не отмечаются, но некоторые виды могут быть отнесены сразу к нескольким экологическим группам. Так, лимнофитофил Anisus acronicus при отсутствии растительности может переходить на ил и быть лимнопелофилом. Такие представители группы реобионтов, как Valvata confusa, V. sibirica, Pisidium amnicum Lacustriana dilatata, отмечались нами в водоемах со стоячей водой и на разных грунтах. При сравнении состава малакофауны бассейна Енисея наблюдаются существенные различия. Например, в бассейне Верхнего Енисея обнаружены моллюски, не обитающие в бассейне нижнего течения: Valvata antiquilina, V. pulchella, Lymnaea dravertі, Musculium clesseni, M. johanseni, M. hungaricum Euglesa hibernica [А. Н. Гундризер, Иванова, 1969; А. Н. Гундризер и др., 1977; Иоганзен и др., 1970; Черемнов, 1969, 1970а, 1971, 1972]. Севернее зоны лесотундры в бассейне Енисея не распространяются Valvata klinensis, V. depressa, Bithynia contortrix, B. sibirica, Acroloxus lacustris, Lymnaea producta, L. intercisa, L. intermedia, L. fontinalis, B. palustris, Physa sibirica, Anisus vortex. Из семи эндемичных для бассейна Енисея видов четыре эндемика встречены только в водоемах бассейна нижнего течения: Lymnaea torquilla, L. kurejkae, L. dipkunensis, Physa sibirica. Обнаружены виды с островным в Нижнем Енисее ареалом — Lymnaea inflata, L. ampullacea, L. tumida, L. patula, L. glutinisa, Planorbarius corneus, Hippeutis diaphanella, Anodonta ponderosa, Euglesa conica. Большинство из этих моллюсков отмечаются лишь в водоемах правобережного притока северной тайги — р. Курейке.

В связи с обилием и высоким кормовым значением моллюски играют большую роль в питании многих рыб.

Стерлядь. Основу питания этого бентофага составляют в летний период личинки поденок — до 62,2% по весу и 72,1% по численности, в то время как на долю моллюсков приходится от 12,2 до 21,3% по весу и от 7,7 до 15,2% по численности при встречаемости 5,3%. В пищевом комке стерляди в большом количестве нами отмечались такие моллюски, как Pisidium amnicum, Lacustrina dilatata.

Сибирский осетр. Основу питания, согласно литературным данным, составляют тендипедиды [Исаченко 1912; В. Н. Грезе, 1957;

Романова, 1948]. Встречаемость моллюсков в питании осетра, по нашим данным, равнялась в летний период 12%. В одном желудке насчитывалось до 280 экз., в основном Pisidium amnicum, Amesoda caperata. Кроме указанных моллюсков, в желудочно-кишечных трактах отмечались в малых количествах (до 5 экз.) такие виды, как Valvata confusa, V. depressa, Sphaerium levinodis.

Нельма. Имеются литературные сведения, что молодь нельмы до 2+ лет является бентофагом [Романова, 1948]. Наши данные по питанию нельмы из бассейнов рек Турухан, Малая Хета и Танама несколько отличаются от этих сообщений. Так, в желудках нельмы еще в возрасте 6+ и 7+ лет моллюски составляли от 87 до 100% по численности и от 96 до 100% по весу при встречаемости 98%. У особей от 8+ до 9+ лет моллюски достигали лишь 12% по весу и 14% по численности. У особей старше 10+ лет, перешедших на хищнический образ жизни, моллюски не отмечены. В питании молоди нельмы обнаружены Valvata sibirica, V. aliena, Bithynia sibirica, Planorbis planorbis, Anisus albus, Sphaerium rectidens, Amesoda asiatica, Lacustrina dilatata.

Пелядь. Встречаемость моллюсков в желудочно-кишечных трактах пеляди составляла 15,3%, на долю моллюсков приходилось 11,2% от общего веса пищевого комка. Наибольшая их численность в одном желудочно-кишечном тракте достигала 137 экз. (1,7 г). Роль моллюсков в питании повышается у старшевозрастных особей рыб. Так, у пеляди от 1+ до 3+ лет моллюсков не отмечено, для пеляди 5+ лет их встречаемость равнялась 6%, а для особей 8+ лет — до 12%.

Чир. Моллюски играют основную роль в рационе чира, обитающего в речных водоемах, и составляют до 75% по весу и 64,3% по численности. У чира, обитающего в придаточных водоемах, моллюски достигают в питании 89,2% по весу и 98% по численности при встречаемости — 90% и при максимальном количестве в одном пищевом комке 767 экз. (37,6 г). У старшевозрастных особей роль моллюсков в питании повышается: если для чира 4+ лет они составляют в среднем от 7 до 42% по весу и от 5 до 23,1% по численности, то у особей 8+ лет достигают от 68,8 до 100% по весу, от 58,7 до 100% по численности. Пищевой комок чира 12+ лет представлен, как правило, только моллюсками. Некоторое исключение составляет чир пойменных водоемов, в питании которого моллюски уступают хирономидам как по численности, так и по биомассе, равняясь соответственно 23,6% (210 экз.) и 34,6% (13,6 г), а встречаемость в пищевом комке достигает лишь 71,2%. Сеголетки 10—15 см переходят почти полностью на питание моллюсками, которые составляют до 96,8% состава их пищи [Романова, 1948]. Наиболее часто у чира нами отмечались Valvata confusa, Pisidium amnicum, Anisus acronicus, A. contortus, Amesoda caperata, Euglesa cor.

Сиг. Взрослые особи являются преимущественно бентофагами, в то время как в рационе молоди преобладают планктонные организмы. У сигов речных и придаточных водоемов на долю моллюсков приходится в среднем 68,9% (3,1 г) по весу и 68,8% (55 экз.) по

численности от общего состава пищевого комка. Наибольшее количество моллюсков отмечено у речного сига (84 экз). У сига пойменных водоемов при весе содержимого пищевого тракта 2,8 г и среднем количестве организмов 912 экз. моллюски достигают лишь 28,1% по весу и 29,2% по численности. Встречаемость моллюсков увеличивается у старшевозрастных особей и достигает в одном пищеварительном тракте в среднем 60 экз. (47%) при весе 3,8 г (76%). Наиболее часто встречающимися являются Valvata sibirica, V klinensis, V. depressa, Lymnaea fontinalis, Bithynia contortrix, Lacustrina dilatata, Euglessa pulchella.

Муксун — типичный бентофаг. При индексе наполнения от 20 до 197,7°/₀₀₀ моллюски составляют от 42,2% по весу (20,4 г) и 37,4% по численности (142 экз.), их встречаемость достигает 72%, наибольшее количество — до 380 экз. Существенных различий в питании самцов и самок не отмечалось. Роль моллюсков в питании заметно увеличивается в старших группах, составляя для особей 5+ лет 22% по весу, 18+ лет — 100%. Наиболее часто в пищеварительном тракте встречались Valvata confusa, Anisus contortus, A. acronicus, Sphaerium corneum, Euglesa subtruncata, E. suecica, E. lapponica, E. pulchela.

Хариус. Для водоемов бассейна Нижнего Енисея моллюски в питании хариуса нами не отмечены, хотя для верхнего и особенно среднего течения они составляют по встречаемости соответственно 5,2 и 26% [Романова, 1948].

Плотва эврифаг. В бассейне Нижнего Енисея моллюски достигают у нее 42,1% по весу и 34,7% по количеству от общего состава входящих в пищевой спектр организмов. При колебании веса содержимого желудочно-кишечного тракта от 0,2 до 4,5 г (от 10 до 425 экз.) и наполнении от 12,4 до 317°/₀₀₀ встречаемость моллюсков 41,4%. Их значение в питании увеличивается с возрастом плотвы. Так, если у особей 5+ лет моллюски, уступая другим группам организмов, составляют всего 13,3% по весу, то в возрасте 2+ лет — 29,2%. Наиболее часто встречаются Valvata confusa, Pisidium amnicum. Довольно редко отмечались Euglesa subtruncata, E. pulchella. В Среднем Енисее, по данным В. Л. Исаченко, Г. Н. Романовой, Г. Д. Дулькейт молодые особи плотвы в возрасте 2+ лет в большом количестве потребляют водоросли, зоопланктон, у взрослых особей моллюски достигают по весу 4,6% состава пищи.

Елец. Встречаемость моллюсков у этого эврифага равна 36,7%. Индекс наполнения пищеварительных трактов колеблется от 14,2 до 320°/₀₀₀. Наибольшее количество моллюсков в пищевом комке достигает в среднем 84 экз. (0,8 г, или 23%). Преобладают Valvata confusa, Euglesa cor. Редко встречаются Euglesa borealis, E. globularis. Для среднего и верхнего русла реки моллюски достигают по встречаемости соответственно 10 и 4,5%.

Язь. В питании язя, обитающего в придаточных водоемах, моллюски играют важную роль: из восьми групп организмов пищевого комка, они составляют 46,8% по весу и 32,4% по количеству, уступая первое место лишь хирономидам. В отдельных пищеварительных

трактах моллюски — преобладающая группа. Наибольшее их количество в одном желудке достигало 482 экз. (7,4 г). Значение моллюсков в питании увеличивается с возрастом. Так, если у особей 5+ лет они составляют 14%, то у особей 12+ лет — 21%. У язя в речной системе основой питания являются водоросли. На долю моллюсков приходится 2,2% по весу. Наиболее часто встречающимися являются Bithynia contotrix, Physa sibirica, Planorbis planorbis, Anisus acronicus, Euglesa cor.

Окунь. В питании окуня водоемов бассейна Нижнего Енисея моллюски играют незначительную роль: при встречаемости 2% они составляют лишь 16,7% (0,5 г) по весу и 12,4% (24 экз.) по количеству от содержимого желудочно-кишечного тракта. Отмечены такие виды, как Lacustrina dilatata, Euglesa globularis, E. lapponica, E. scholtzii. В составе пищи окуня из верхнего и среднего бассейнов Енисея моллюски обнаружены не были.

Ерш. В питании ерша моллюски уступают по встречаемости хирономидам, пиявкам, икре и малькам рыб, достигая лишь 2%. При индексе наполнения пищеварительного тракта в среднем 90$^0/_{000}$ и весе содержимого желудка 3,3 г моллюски составляют 0,7 г (18 экз.) и представлены, как правило, следующими видами: Valvata confusa, Lacustrina dilatata, Euglesa cor. Встречаемость моллюсков в питании ерша, обитающего в верхнем течении русла Енисея, равна 8,3%, в среднем течении — 0,5, в нижнем течении — 1,9%. [В. Н. Грезе, 1957].

В питании таких рыб, как таймень, ленок, ряпушка, тугун, омуль, корюшка, щука, гольян, пескарь, налим, моллюски не обнаружены.

Анализ питания рыб показывает, что у отдельных видов (чир, сиг, муксун, пелядь, молодь нельмы) моллюски играют существенную роль, занимая одно из первых мест в пищевом рационе.

ЛИТЕРАТУРА

Березовский А. И. Отчет Сибирской ихтиологической лаборатории за 1920 и и 1921 годы.— Тр. Сиб. ихтиол. лаб., 1924.
Березовский А. И. Гидробиологические исследования реки Енисея.— Тр. Сиб. ихтиол. лаб., 1925.
Вовк Ф. И. Нельма р. Енисея.— Тр. Сиб. отд-ния ВНИОРХ, 1948.
Головко В. И. Рыбы р. Турухан.— Проблемы экологии, 1973.
Грезе В. Н. Байкальские элементы фауны, как акклиматизационный фонд.— Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1951.
Грезе В. Н. Биологическая продуктивность р. Енисей и ее рыбохозяйственное значение.— Тр. Том. ун-та, 1953а.
Грезе В. Н. Озера северо-западной окраины Среднесибирского плоскогорья.— В кн.: Вопр. географии Сибири. Томск, 1935б.
Грезе В. Н. Продукционно-биологический очерк р. Енисея.— Тр. Бараб. отд-ния ВНИОРХ, 1953в.
Грезе В. Н. О закономерностях распределения донной фауны реки Енисея.— В кн.: Тр. Совещ. по проблемам гидробиологии внутр. вод. М.: Изд-во АН СССР, 1954.
Грезе В. Н. Кормовые ресурсы рыб р. Енисей и их использование. Л.: ВНИОРХ, 1957.

Грезе В. Н. Продуктивность реки Енисея и возможности ее повышения.— В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства. Томск, 1959.
Грезе И. И. Гидробиология низовьев реки Ангары.— Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва АН СССР, 1953.
Грезе И. И. О продуктивности таежных озер Красноярского края и возможности ее повышения. Томск: Изд-во ТГУ, 1955.
Гундризер А. Н., Иванова М. А. К изучению пресноводных моллюсков Тувы.— В кн.: Вопросы малакологии Сибири. Томск, 1969.
Гундризер А. Н., Иванова М. А., Новиков Е. А. Пресноводные моллюски Тувы.— Биология. Томск, 1977.
Гундризер В. А. Европейские элементы малакофауны нижнего Енисея.— В кн.: VI Всесоюз. совещ. по изучению моллюсков. Л.: Наука, 1978.
Гундризер В. А. Малакофауна бассейна р. Турухан.— Вопросы зоологии Сибири, 1978.
Гундризер В. А. Роль моллюсков в продуктивности водоемов бассейна нижнего Енисея.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1979.
Гундризер В. А., Новиков Е. А. Пресноводные моллюски р. Танамы и их роль в питании некоторых сиговых.— Природные ресурсы Сибири, 1977.
Гундризер В. А., Старобогатов Я. И. Новые виды пресноводных моллюсков бассейна Нижнего Енисея.— Зоол. журн., 1979.
Запекина-Дулькейт Ю. И. Бентос рек Маны и Базаихи, его значение в питании рыб и влияние на него лесосплава. Красноярск, 1965.
Иоганзен Б. Г. К познанию пресноводных моллюсков Кызыро-Можарских озер. Томск, 1953.
Иоганзен Б. Г. К изучению водоемов Восточного Алтая и их малакофауны.— Учен. зап. Том. ун-та, 1954, № 21.
Иоганзен Б. Г., Новиков Е. А., Черемнов А. Д. Пресноводные моллюски юга Средней Сибири.— Проблемы экологии, 1977.
Исаченко В. Л., Лавров С. Д. Предварительный отчет по исследованиям 1908 г. Красноярск, 1908.
Исаченко В. Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в р. Енисее и Енисейском заливе. Красноярск, 1912.
Исаченко В. Л. К вопросу о питании рыб реки Енисея.— В кн.: Материалы по исследованию реки Енисея в рыбопромысловом отношении. Красноярск, 1916.
Лавров С. Д., Исаченко В. Л. О пище рыб низовьев реки Енисея и Енисейского залива до бухты капитана Варзугина. Красноярск, 1911.
Миддендорф А. Путешествие на север и восток Сибири. СПб., 1869.
Некрашевич Н. Г К познанию муксуна р. Енисей.— Тр. Биол. НИИ при Том. ун-те, 1940.
Паллас П. С. Путешествие по разным местам Российского государства. СПб., 1773—1786.
Пирожников П. Л. К изучению бентоса р. Енисей.— Рус. гидробиол. журн., 1929.
Пирожников П. Л. Морские и байкальские элементы в фауне Енисея.— Бюл. МОИП, 1937.
Пирожников П. Л. Основные черты донного населения низовьев реки Енисея и Енисейской губы.— Тр. Астрахан. ин-та рыб. пром-ти, 1941.
Пирожников П. Л. Некоторые данные по биологии муксуна.— Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва АН СССР, 1953.
Подлесный А. В. Муксун р. Енисея.— В кн.: Тр. Сиб. отд-ния ВНИОРХ. Красноярск: Краснояр. рабочий, 1948.
Подлесный А. В. Осетр р. Енисей.— Вопр. ихтиологии, 1955, вып. 4.
Подлесный А. В. Рыбы Енисея, условия их обитания и использование.— Изв. ВНИОРХ, 1958.
Подлесный А. В., Сесятин С. М. Енисейская пелядь: (Промыслово-биол. характеристика).— Вопр. ихтиологии, 1968.
Романова Г. П. Количественная характеристика бентоса восточного побережья Енисейского залива.— Тр. Сиб. отд-ния ВНИОРХ, 1948а, т. 7.

Романова Г. П. Питание рыб в нижнем Енисее.— Тр. Сиб. отд-ния ВНИОРХ, 1948б.
Рузский М. Д. О рыбах верхнего течения р. Енисей. Томск, 1916.
Старобогатов Я. И., Стрелецкая Э. А. Состав и зоогеографическая характеристика пресноводной малакофауны Восточной Сибири и севера Дальнего Востока.— В кн.: Моллюски и их роль в биоценозах и формировании фаун. Л., 1967.
Сучагнев К. И. Биология и промысел муксуна низовьев р. Енисей. Л., 1938.
Черемнов А. Д. Пресноводные моллюски окрестностей города Абакана.— В кн.: Вопросы малакологии Сибири. Томск, 1969.
Черемнов А. Д. К познанию малакофауны бассейна р. Таштып.— В кн.: Материалы 4-й науч. конф. зоологов педагог. ин-та Горький, 1970а.
Черемнов А. Д. Роль моллюсков в продуктивности водоемов бассейна Верхнего Енисея.— В кн.: Биологическая продуктивность водоемов и перспективы развития рыбного хозяйства Сибири. Тюмень, 1970б.
Черемнов А. Д. Новые данные о пресноводных моллюсках бассейна Верхнего Енисея.— В кн.: Моллюски: Пути, методы и итоги их изучения. Л., 1971.
Черемнов А. Д. Пресноводные моллюски бассейна Верхнего Енисея.— В кн.: Биологические науки. М., 1972.
Middendorf A. Riese in den aussersten Norden und Osten Sibiriens. St. Petersburg, 1851.
Maack R. Notizen über einige Land- und Süsswassermollusken gesammelt auf einer Riese zu den Privatgoldwaschen des Jenisseischen Kreises und zum Beikal. St. Petersburg, 1853.
Westerlund C. A. Neue Binnenmollusken aus Sibirien.— Nachr. Dt. Malac. Ges., 1876, Bd. 8.
Westerlund C. A. Fauna des in der Päläarctischen Region lebenden Binnenconchylien, H. 5, 1885.
Westerlund C. A. Fauna der in der Päläarctischen Region lebenden Binnenconchylien, H. 6, 1886.
Westerlund C. A. Beiträge zur Molluskenfauna Russland. St. Petersburg, 1897.

УДК 594

ПРОДУКТИВНОСТЬ АНГАРСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

О. М. КОЖОВА, Н. И. БАШАРОВА

Определение продуктивности — один из наиболее важных аспектов изучения ангарских водохранилищ.

Иркутское водохранилище является первым по времени возникновения и по месту расположения на р. Ангаре. Оно начинается непосредственно у Байкала. Это — сильно проточный водоем, подверженный влиянию Байкала, что определяет специфику его биома, весьма слабую вертикальную термическую стратификацию и почти всегда 100%-ное насыщение вод кислородом.

Установлено, что биосток в Иркутском водохранилище происходит из трофогенных слоев Байкала, а количество поступающего планктона определяется изменениями его сезонности и колебаниями развития в озере. Распределение фито- и зоопланктона по акватории Иркутского водохранилища неравномерно и зависит от дина-

мики водных масс и поступления планктонных организмов Байкала [Кожова, 1970].

В верхней части Иркутского водохранилища состав, количество, сезонные и годовые изменения фито- и зоопланктона всецело зависят от Байкала. В приплотинном участке водохранилища, включая заливы, происходит вегетация автохтонного планктона [Кожова, 1973а; Кожова, Васильева, 1971].

Комплекс доминантных видов планктона в верхней части водохранилища представлен байкальскими гидробионтами. Из зоопланктона это прежде всего Epischura baicalensis, из фитопланктона — Melosira baicalensis, Melosira islandica subsp. helvetica. В более озеровидной нижней части к ним присоединяются обычные озерные обитатели: из фитопланктона — доминант Asterionella formosa, из зоопланктона — Daphnia longispina, Bosmina longirostris.

Динамика годового цикла планктона также существенно зависит от влияния Байкала. Это проявляется в наличии большого количества диатомовых водорослей ранней весной. Максимум биомассы водорослей в верхней части в годы «урожая» мелозиры (до 2—2,5 г/м^3). Летняя вегетация водорослей начинается в заливах нижней части, где раньше начинается прогревание вод. С потоками воды часть водорослей проникает в открытые районы водохранилища и является базой для их дальнейшего развития там. Это позволяет говорить о том, что заливы в относительно мелководных водоемах выполняют роль, аналогичную «неритическим» зонам морей.

Максимальная биомасса зоопланктона нередка осенью, когда его приток из Байкала максимален. Развитие автохтонного планктона в озеровидной нижней части происходит наиболее интенсивно в летний период (от 0,2 до 0,5 г/м^3) [Васильева, 1964; Кожова, Васильева, 1971].

Расчет продукции фитопланктона в Иркутском водохранилище проведен по данным кислородного метода при общепринятом допущении, что траты на обмен равны 20% валового фотосинтеза. В Иркутском водохранилище средняя валовая суточная продукция фитопланктона близка к таковой в открытых глубоководных районах Байкала (0,2 г O_2/л), но ее максимальные значения нередко бывают выше, чем в Байкале. По вертикали однонаправленных ее изменений, как правило, не выявляется. Это связано с высокой прозрачностью воды и гомогенным распределением водорослей. Во всем столбе воды средняя суточная валовая продукция определена в 20 г O_2/м^2, а за вегетационный период — более чем в 300 г O_2/м^2. Соответственно этому и коэффициент использования солнечной радиации достаточно высок — 0,1%. Подчеркнем, что такие величины валового фотосинтеза регистрируются на фоне небольшой средней биомассы фитопланктона.

Интересно, что между величинами деструкции органического вещества и валовой продукцией установлена прямая связь. Возможно, потребление кислорода в Иркутском водохранилище определяется прежде всего дыханием фитопланктона. Растительный перифитон, несмотря на более высокую, чем у фитопланктона, биомассу в ме-

стах его обитания, составляет лишь 0,1 часть общего количества автохтонной органики, хотя в заливах нижней части водохранилища он играет большую роль в создании органического вещества.

Судя по результатам многолетних исследований бентоса в приистоковом участке водохранилища, основной частью биомассы бентоса являются байкальские гаммариды и моллюски; в приплотинном участке преобладают широко распространенные озерные формы [Кабанова, 1976]. Интересно, что биомасса зообентоса Иркутского водохранилища (24,6 г/м^2), рассчитанная по данным Р. А. Голышкиной [1963], и его продукция (при использовании P/B-коэффициента, равного 3) соответственно превышают биомассу и продукцию зоопланктона более чем в 3 и 8 раз. Из этого можно заключить, что зообентос в водохранилище играет наиболее важную роль в пищевой обеспеченности рыб [Кожова, Васильева, 1971].

По количеству бактерий Иркутское водохранилище является бедным водоемом. Даже в наиболее богатых участках их численность в среднем не более 450 тыс. кл./мл при максимуме до 1000 тыс. кл./ /мл. Средние величины численности бактерий для всего водоема за период открытой воды еще меньше [Кожова, 1973а].

Сравнивая продукцию планктона в самом водохранилище с поступлением его из Байкала и стоком через плотину ГЭС (табл. 1) видно, что приток фитопланктона из Байкала даже в годы высокого урожая водорослей в нем составляет не более $^1/_{100}$ части первичной продукции по кислородному методу, а сток из водохранилища лишь $^1/_{1000}$ часть его. Следовательно, аллохтонный фитопланктон играет подчиненную роль в общем количестве первичного органического вещества. Существо этого вывода не изменится, если даже внести поправки в расчеты автохтонной продукции по методу учета генерации.

Другое соотношение установлено для зоопланктона. Его приток в 10 раз выше, чем его продукция в самом водохранилище (см. табл. 1), а сток в 6 раз меньше. Таким образом, пищевые потребности рыб, помимо бентоса, обеспечиваются планктоном, поступающим непосредственно из Байкала, а не создающимся в водохранилище. Промысловая ихтиопродукция Иркутского водохранилища невысока.

Братское водохранилище по сравнению с Иркутским — совершенно другой тип водоема. Непосредственное влияние Байкала здесь резко снижено, хотя приток байкальских вод составляет 60%. До зарегулирования Ангары это влияние определяло состав планктонной и бентосной фаун и флоры с большим количеством байкальских эндемиков [Кожова, Томилов, 1973].

Братское водохранилище — гигантский водоем с замедленным водообменом (раз в два года) и долинно-русловой конфигурацией. Вода отчетливо стратифицирована с июня по октябрь (максимальная летняя температура достигает 24°С). По этому признаку большую часть акватории можно отнести к водоему ярко выраженного озерного типа. Водохранилище характеризуется значительной геротопностью, вызванной сложной конфигурацией, расположением в

ТАБЛИЦА 1. Биотический баланс Иркутского водохранилища (в ккал·10^7)

	Приток из Байкала	Создается в водохранилище	Сток через плотину
Фитопланктон	56*—952**	12 782	112—168
Перифитон	—	1 355	—
Зоопланктон	1266	162	263

*Неурожайный по мелозире год. ** Урожайный по мелозире год.

двух ландшафтных областях (лесостепной и таежной) и значительными различиями в глубинах.

В Братском водохранилище концентрация биогенных элементов выше, чем в Иркутском, и от этого частично зависит другой состав и большая биомасса фитопланктона.

Альгофлора Братского водохранилища более разнообразна, чем Иркутского. Водорослевые сообщества этих водоемов принципиально различаются. В Братском водохранилище значительно выше и абсолютные показатели численности и биомассы доминантных водорослей [Кожова, 1973б].

В Братском водохранилище роль байкальских эндемиков ничтожно мала. Экологические группировки водорослей — весенне-летняя и летне-осенняя — могут быть выделены по приуроченности их развития к температурным условиям. В состав весенне-летнего комплекса из наиболее массовых форм входят: Melosira islandica helvetica, Stephanodiscus hantzschii, Synedra ulna, S. danica, S. acus, Fragilaria crotonensis, Asterionella formosa, Gimnodinium coeruleum, Uroglenopsis sp., Cryptomonas sp., Chromonas acuta; летне-осеннего — Aphanizomenon flos-aquae, Melosira granulata, Ceratium hirundinella, виды рода Anabaena. По отношению к водообмену и питательным веществам они в свою очередь могут быть объединены в другие более дробные экологические группы [Кожова, 1973а].

В зоопланктоне Братского водохранилища, как и в фитопланктоне, превалируют широко распространенные формы, роль байкальских эндемиков незначительна. Исключение составляет Epischura baicalensis, на биомассу которой в среднем и приплотинном участках Братского водохранилища приходится от 30 до 77% всей биомассы зоопланктона (1969—1971 гг.) [Башарова, 1977].

Период наполнения водохранилища соответствовал первой фазе перестройки речных ценозов в озерные. К концу первого десятилетия после зарегулирования Братского водохранилища планктонное сообщество претерпело период резких изменений, сопутствующих формированию режима водохранилища. Это особенно касается фитопланктона. Так, на 3-й и 4-й год после достижения НПГ в водохранилище резко снизилось значение синезеленой водоросли Aphanizomenon flos-aque и возросло диатомовых — Melosira islandica, Fragilaria crotonensis, а также представителя пиррофитовых — Cera-

ТАБЛИЦА 2. Элементы биотического баланса двух трофических уровней зоопланктона в Братском водохранилище (в ккал/м²) за период открытой воды (май — октябрь)

Год	Трофический уровень зоопланктона	*B*	*P*	*P/B*	*R*	*A*	*C*
1969	Мирный	4,13	107,0	22,9	277,1	384,4	640,5
	Хищный	1,29	20,1	15,5	73,6	93,6	117,1
1970	Мирный	5,56	139,4	25,0	293,1	432,3	520,5
	Хищный	2,11	33,4	15,8	75,8	108,7	135,7
1971	Мирный	7,69	187,7	24,4	344,7	532,4	887,3
	Хищный	1,47	22,5	15,3	63,8	86,3	108,0
Среднегодовая	Мирный	5,80	144,7	24,9	301,6	449,7	749,4
	Хищный	1,62	25,3	15,6	70,9	96,2	120,2

Примечание. *B* — биомасса; *P* — продукция; *R* — траты на обмен; *A* — ассимилированная энергия; *C* — рацион.

tium hirundinella [Кабанова, 1976], в то время как структура основных компонентов зоопланктона не претерпела в этот период коренной перестройки. В течение всего периода наблюдений к доминирующим видам зоопланктона относились Daphnia longispina, Bosmina longirostris, Leptodora kindtii, Epischura baicalensis, Eudiaptomus graciloides, Cyclops kolensis при второстепенном значении Rotatoria. Относительно количественного развития планктона в Братском водохранилище следует отметить, что по достижении НПГ прекратилось нарастание биомасс фито- и зоопланктона, средние величины которых соответствуют теперь таковым в мезотрофных водоемах и лежат в пределах 0,4—3,9 г/м³ для фитопланктона и 0,2—0,6 г/м³ для зоопланктона (слой 0—40 м) по данным за 1970—1971 гг. [Башарова, 1978; Кабанова, 1976; Кожова, Рудакова, 1975].

В табл. 2 приведены результаты расчета продукции зоопланктона.

Продукция Cladocera и других нехищных рачков составляет 54% от продукции всего нехищного зоопланктона, продукция нехищных Rotatoria — 22%, продукция Protozoa — 24%.

Общая продукция зоопланктона определена как сумма продукции мирного и хищного зоопланктона за вычетом рациона хищников. Это уравнение позволяет оценить продукцию зоопланктона, которую могут использовать рыбы. За период открытой воды в среднем за 3 года общая продукция зоопланктона составила 50,0 ккал/м². При этом на удовлетворение пищевых потребностей вторичных консументов пошло 120 ккал/м². Величина P/B-коэффициентов за период открытой воды для мирного и хищного трофических уровней — соответственно 24,9 и 15,6. Общая продукция зоопланктона за рассматриваемый период в Братском водохранилище близка к продукции озер Белоруссии [Винберг и др., 1971] и Ивано-Арахлейских озер [Горлачев, 1973, 1974], значительно превышает продукцию олиготрофного Рыбинского [Владимирова, 1974], но в 4 раза ниже,

чем в эвтрофном Киевском водохранилище, где общая продукция зоопланктона в первые годы существования составила 184,0 ккал/м^2 [Винберг и др., 1971; Изместьева и др., 1978].

Полученные величины продукции зоопланктона необходимо сравнить с данными по первичной продукции. Она определена кислородным скляночным методом. Имеющиеся многолетние материалы характеризуют уровень первичного продуцирования в целом по водоему. Балаганское расширение, безусловно, имеет свои особенности в составе и продуцировании фитопланктона. Однако эти отличия не выходят за пределы средних многолетних величин для всего водоема.

Валовой фотосинтез в Братском водохранилище регистрируется, как правило, не глубже удвоенной, иногда утроенной величины прозрачности воды, определенной по диску Секки. Поскольку с глубиной он резко убывает, отношение валового фотосинтеза во всем столбе воды (0 г/м^2) к его значениям в поверхностном слое (0 г/м^3) в среднем равно 3—4.

Чистая продукция обычно регистрируется в зоне, равной величине прозрачности воды. Это согласуется с данными по границе вертикального расселения растительного перифитона, который в массе обитает в поверхностном 3—4-метровом слое воды. Автотрофная зона в Братском водохранилище занимает лишь малую часть зоны распространения фитопланктона и равна примерно 10% средней глубины водоема [Кожова, 1973а].

Годовое значение валового фотосинтеза, определенного кислородным методом с 1965 по 1970 г., составило в среднем 314 г O_2/м^2 с минимальными значениями в 1967 г. (200 O_2/м^2) и максимальными — в 1970 г. (402 г O_2/м^2). Если принять оксикалорийный коэффициент равный 3,4 ккал. г O^{-1}, то среднемноголетняя валовая продукция составит 1170 ккал на 1 м^2/год. При тратах на обмен, составляющих 20% этой величины, чистая продукция фитопланктона будет равна 936 ккал/м^2.

Следовательно, пищевые потребности фильтраторов (789 ккал/м^2) могут быть удовлетворены.

В составе зообентоса Братского водохранилища к настоящему времени известно около 250 таксонов, в основном видового ранга, из которых 33 — байкальские эндемики [Кожова и др., 1978а; Кожова, Рудакова, 1975]. По количественному соотношению важнейших фаунистических групп зообентоса обнаруживаются определенные различия между разными участками водохранилища. Общей для всего водохранилища является смена биоценотических группировок и связанное с ней изменение количественного соотношения групп зообентоса по зонам глубин. Верхняя литораль от уреза воды до глубины 4—5 м имеет бентос гаммаридно-хирономидный с преобладанием гаммарид. Нижняя литораль в рамках изобат 5—13 м имеет бентос преимущественно хирономидный. Бентос профундали является олигохетным. Ангарская часть водохранилища имеет более богатый бентос (7 г/м^2), чем окинская часть, где средневзвешенная биомасса 3 г. Количественное превосходство бентоса

ангарской части вызвано высокими плотностями населения олигохет [Кожова и др., 1978а].

В Братском водохранилище численность бактерий (максимальная и средняя) выше, чем в Иркутском и в Байкале. В разные годы она составляла в среднем от 2000 до 600 тыс. кл./мл. По общей численности бактерий водохранилище сходно с мезотрофными водоемами, но некоторые его районы характеризуются более высокими показателями, близкими для эвтрофных водоемов. Приближается к эвтрофным водоемам и количество бактерий-сапрофитов, которое колеблется от 100 до нескольких тыс. кл./мл [Кожова, 1973а].

В первые годы существования Братское водохранилище по составу и максимальной биомассе фито- и зоопланктона можно было отнести к эвтрофным водоемам, а по численности сапрофитов в первые годы после начала зарегулирования — даже к высокоэвтрофным. По общей же численности бактерий и среднегодовым значениям биомассы фито- и зоопланктона, а в некоторые годы и по величинам фотосинтеза оно близко к мезотрофным водоемам, что справедливо и для периода стабилизации режима водохранилища.

Рыбы — компонент пелагического сообщества, имеющий связи с первичными и вторичными макроконсументами планктона. Зоопланктон, потребляя первичную органику и детрит, может быть использован в пищу различными представителями ихтиофауны. Ведущее значение в биомассе зоопланктона ракообразных определяет его высокую кормовую ценность для рыб. На широкое использование рыбами зоопланктона и главным образом ракообразных указано в многочисленных работах. Сведения о значении зоопланктона в питании рыб Братского водохранилища представлены в немногих публикациях. Так, плотва, елец, окунь в незначительном количестве используют в пищу планктонных ракообразных, преимущественно ветвистоусых [Мамонтов, 1973а; Тугарина, Купчинская, 1977]. А. М. Мамонтов [1973б] относит ветвистоусых наряду с хирономидами и остракодами к основным кормовым объектам карася в возрасте 5+ – 11+.

Байкальский омуль, акклиматизируемый в водохранилище, вероятно, может быть отнесен к немногочисленным потребителям зоопланктона открытой части Балаганского расширения, о чем свидетельствуют результаты обловов данного участка, неоднократно проводившихся сотрудниками Ангарской биостанции (п. Балаганск) НИИ биологии.

На Братском водохранилище мероприятия по вселению омуля проводятся с 1962 г. За 10 лет омуль распространился по всей акватории водохранилища. Наблюдения за формированием нагульного стада начаты сотрудниками НИИ биологии в 1974 г. Возрастной состав популяции омуля в Братском водохранилище представлен 4—10-летними особями с преобладанием рыб в возрасте 5+, 6+ (57% всех рыб). При сравнении линейного и весового роста омуля в Байкале [Васильева, 1964] с формирующейся популяцией омуля в Братском водохранилище видно, что у последнего отмечены несколько большие показатели [Башарова, Башаров, 1978]. Судя по

ТАБЛИЦА 3. Среднее число организмов (экз.) в желудках (1) и значение организмов (в % по весу) в питании омуля (2) в ноябре—декабре 1974 г.

Компоненты пищи	Возраст, лет							
	5+		6+		7+		8+	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Cyclopidae	1 220	0,9	1 209	1,7	2 140	2,6	0	0
Epischura	1 138	1,5	663	2,2	374	2,3	0	0
Diaptomidae	116	0,2	127	0,5	359	1,4	0	0
Daphnia	22 547	59,1	15 315	62,0	16 305	52,3	0	0
Bosmina	50	0,1	0	0	39	3,8	0	0
Amphipoda	0	0	0	0	3	0,2	0	0
Mollusca	0	0	0	0	1	0,1	0	0
Perca fluviatilis	2	13,1	3	22,5	1	9,7	1	20,7
Cottus sp. sp.	2	13,4	0	0	2	23,3	2	69,0
Lota lota	1	6,5	1	11,2	1	4,3	1	10,3
Acerina cernia	1	5,2	0	0	0	0	0	0

полученным данным, на настоящем этапе акклиматизация байкальского омуля в Братском водохранилище проходит успешно.

Значение организмов в питании омуля (в процентах по весу) иллюстрирует табл. 3, из которой видно, что, как правило, для рыб возраста 5+, 6+ и 7+ половину всего пищевого комка образуют дафнии. Значительный процент веса пищи омуля (до 69%) составляют молодь окуня, ерша и бычков. В отличие от других рас посольский омуль в Байкале приспособлен к питанию крупными пелагическими и бентосными кормами [Смирнов, Устюжина, 1969; Смирнова-Залугина, Смирнов, 1973]. В спектре же зимнего питания омуля в Братском водохранилище преобладают планктонные ракообразные, и в частности Daphniia longispina, доминирующая в планктоне Балаганского расширения в ноябре — начале декабря и имеющая благоприятные для рыб размеры (в среднем 1,5 мм). Кроме дафнии, зоопланктон раннезимнего периода содержит молодь и взрослых циклопов, эпишуру, диаптомусов, а также босмин и коловраток. Из последних преобладает Asplanchna priodonta, в отдельные годы составляющая до 16% общей биомассы зоопланктона. В ноябре — декабре 1974 г. общая численность рачков не превышала 3,5 тыс. экз./м^3, а в конце ноября 1975 г. она составила 10 тыс. экз./м^3 для всей водной толщи.

В поверхностных слоях воды в период сбора материала по питанию омуля численность рачков, доминировавших в пищевом комке, была около 20 тыс. экз., т. е. составляла величину, при которой омуль способен отфильтровать зоопланктон [Кожов, 1962; Москаленко, 1973; Потакуев, 1954].

Из сопоставления состава зоопланктона и содержимого желудков омуля (ноябрь-декабрь 1974, 1975 гг.) следует, что и в планктоне, и в желудках преобладает Daphnia longispina. Следовательно, омулю в этот период не свойственна избирательность.

Зообентос в Братском водохранилище, главным образом хирономиды и бокоплавы, является преобладающим кормом рыб [Тугарина, Купчинская, 1977; Купчинская, 1979] в отличие от относительно слабо используемого зоопланктона.

Третье в ангарском каскаде Усть-Илимское водохранилище создано в северной части Иркутской области. По обмену водных масс, площади, глубине Усть-Илимское водохранилище значительно превышает Иркутское, но уступает Братскому, занимая промежуточное положение между этими двумя водоемами по проточности.

В крупных расширениях водохранилища горизонтальный перенос водных масс замедлен, там созданы условия для формирования озерных биоценозов [Кожова, 1975].

Большая удаленность от Байкала сказывается и на влиянии байкальской олиготрофии, охлаждающее влияние байкальских вод здесь предельно мало. Однако из-за глубинного расположения турбин Братской ГЭС в Усть-Илимское водохранилище даже летом поступают воды с относительно низкой температурой. Относительно замедленный по сравнению с Иркутским водохранилищем водообмен не препятствует установлению летней плотностной и температурной стратификации. В то же время большая, чем в Братском водохранилище, проточность является благоприятным фактором для насыщения вод кислородом.

Определенное влияние на формирование биологического режима Усть-Илимского водохранилища оказывают сточные воды. Влияние сточных вод на Усть-Илимское водохранилище значительно сильнее, чем на Братское. В Братском водохранилище велико самоочистительное значение зоны выклинивания подпора р. Ангары, тогда как в Усть-Илимском водохранилище такой зоны нет. Подпор от Усть-Илимской плотины подходит к самой Братской ГЭС [Кожова, 1975].

На формирование гидробиологического режима водохранилища, кроме отрицательного воздействия сточных вод, оказывает влияние и затопленное ложе.

При обсуждении прогноза гидробиологического режима Усть-Илимского водохранилища мы рассмотрели некоторые особенности формирования его фитопланктона [Голышкина и др., 1973]. Мы предполагали, что фитопланктон Усть-Илимского водохранилища по составу, обилию и распределению будет ближе к Братскому, чем к Иркутскому. В его составе могли быть следующие доминантные виды: из синезеленых — Apanizomenon flos-aquae, Anabaena spiroides; из диатомовых — Melosira islandica helvetica, M. granula taangustissima, Asterionella formosa, Stephanodiscus hantzschii, Sinedra acus и др; из пиррофитовых — Criptomonas acuta, Qymnodinium coeruleum, Peridinium sp., Ceratium hirundinella; из зеленых — Ankistrodesmus pseudomirabilis, Staurastrum paradoxum; из золотистых — Dinobryon diverqens. Мы подчеркивали, что в Усть-Илимском водо-

хранилище следует ожидать большой численности и биомассы сине-зеленых водорослей, концентрирующихся в верхних слоях воды, где в период максимума их биомасса должна быть не менее 5—10 г/м^3 [Голышкина и др., 1973].

В целом наши предположения о составе доминирующих форм, о распределении и обилии фитопланктона в Усть-Илимском водохранилище оправдались. После создания водохранилища в структуре фитоценозов затопленного участка произошли существенные изменения. Наблюдалось постепенное выпадение из толщи воды бентосных водорослей. Из доминантных видов обнаружены сине-зеленые, численность которых в Ангарской и Илимской частях достигает 3,6 и 25,8 г/м^3 соответственно [Кожова, Романенко, 1978]. Как и предполагалось [Голышкина, 1973], резко возросла численность диатомовых и пиррофитовых водорослей. В течение 3 лет произошла полная перестройка речного фитопланктона в озерный [Кабанова, 1980]. Содержание хлорофилла «а» в поверхностном слое колеблется от 1,70 до 50,2 мг/м^2, биомасса — от 1,5 до 15 мг/м^3. Максимум хлорофилла а отмечен в слое 0—5 м [Изместьева и др., 1978].

Сукцессия зоопланктона Усть-Илимского водохранилища также свидетельствует об относительной стабилизации планктоноценозов уже на второй — третий год жизни водохранилища [Башарова и др., 1978]. В зоопланктоне в речных условиях доминировали младшие возрастные стадии циклопов. С образованием водохранилища возросла роль ветвистоусых с преобладанием Bosmina longirostris, Daphnia longispina.

По мере наполнения Усть-Илимского водохранилища отмечено возрастание численности и биомассы зоопланктона с 15 тыс. экз./м^3 и 215 мг/м^3 в реке до 94 тыс. экз./м^3 и 1,3 г/м^3 в водохранилище (август 1976 г.), что связано с замедлением течения, с более значительным, чем при речных условиях, прогревом воды, а также с интенсивным развитием фито- и бактериопланктона.

Неравномерность распределения зоопланктона отмечалась как до, так и после зарегулирования рассматриваемого участка Ангары. Это связано с природными особенностями района и в какой-то мере с антропогенным воздействием на водоем. Анализ распределения зоопланктонов по акватории водохранилища не позволил выявить участки, густо населенные видами, устойчивыми к загрязнению, единично они встречались по всему водохранилищу. Однако в районе, подверженном влиянию вод р. Вихоревой, отмечена более частая, чем на других участках водохранилища, встречаемость видов — индикаторов полисапробного-α-мезосапробного загрязнения. Вследствие значительной удаленности района Усть-Илимского водохранилища от предприятий, сбрасывающих сточные воды, вредное воздействие загрязняющих веществ на зоопланктон прослеживается слабо. В целом по водохранилищу зоопланктон представлен преимущественно олиго-β-мезосапробными организмами.

Летом зоопланктон в Усть-Илимском водохранилище концентрируется преимущественно в верхних горизонтах воды (0—5 или 5—10 м), наиболее хорошо прогретых и богатых фитопланктоном и хло-

рофиллом а. Такое же вертикальное распределение свойственно зоопланктону и в Братском водохранилище.

Исследования микрофлоры в период заполнения показали, что заметных изменений в численности бактериопланктона, гетеротрофных бактерий и дрожжей в сравнении с речным периодом не произошло. Повышение общего количества бактерий в среднем до 320 тыс. кл./мл, по-видимому, произошло за счет аллохтонного загрязнения. Биомасса бактерий невелика — от 0,16 до 1,06 г/м^2 (сырой вес). Численность бактерий и гетеротрофов в грунтах значительно ниже, чем при речном режиме. Возрастает роль целлюлозоразлагающих аэробов и сульфатредуцирующих, что, вероятно, связано с выщелачиванием органических веществ из затопленных почв и растительности [Кожова и др., 1978б].

Изучение донной фауны среднего течения р. Ангары как биофонда Усть-Илимского водохранилища показало, что она богата в видовом и количественном отношении. Существенную роль в бентосе реки играли представители байкальской фауны. В период формирования зообентоса Усть-Илимского водохранилища, как и в планктоне, наблюдалось разрушение речных биоценозов и исчезновение реофилов. Качественный и количественный состав зообентоса в первые годы существования водохранилища был беднее, чем в бывшем русле. Так, средняя численность донных животных в августе 1976 г. была 6,6 тыс. экз./м^2 при биомассе — 4,6 г/м^2. Особенно малое количество зообентоса отмечено в районе поступления сточных вод [Кожова и др., 1978б; Ербаева, Вырыханова, 1979].

С изменением гидрологического режима уже в первые годы создания Усть-Илимского водохранилища существенной перестройке подверглась и ихтиофауна за счет сокращения и ухода в притоки типичных реофилов и возрастания количества щуки, окуня и плотвы, что наблюдалось и при формировании режима Братского водохранилища [Лукьянчиков, 1977]. Кроме того, отрицательное влияние на ихтиофауну Усть-Илимского водохранилища оказывают сточные воды.

Ущерб рыбному хозяйству, как и в любом другом водохранилище, может быть компенсирован за счет рыборазведения как местных, так и акклиматизированных видов. В состав ихтиофауны разные авторы в различное время предлагали включить байкальского омуля, пелядь, леща и других и сохранить местных промысловых рыб, считая, что общий годовой улов, как и в Братском водохранилище, может составить 15—20 тыс. ц [Кожова, 1975].

Важным источником получения рыбной продукции в будущем, особенно в густонаселенных промышленных районах, может стать прудовое рыбоводство. Такое рыбоводство может быть наиболее целесообразным на искусственно подогретых водах после их использования как охладителя.

При экономическом прогнозировании освоения района, тяготеющего к Усть-Илимскому водохранилищу рыбному хозяйству необходимо уделять серьезное внимание.

Одним из наиболее важных аспектов изучения водоемов явля-

ется определение их продуктивности с целью увеличения количества полезной человеку продукции. Большой интерес в рыбохозяйственном отношении представляют обширные ангарские водохранилища — Братское и Усть-Илимское. Уровень рыбопродуктивности существенно контролируется величиной продуктивности кормовой базы, в том числе зоопланктона. В настоящее время Братское водохранилище по биомассе и продукционным характеристикам зоопланктона можно отнести к мезотрофной группе водоемов [Башарова, 1977; Шульга, 1973]. На основе материалов по зоопланктону (при кормовом коэффициенте 10) возможная продуктивность планктоядных рыб в Братском водохранилище Е. Л. Шульгой [1973] определена в 15 кг/га, а А. М. Мамонтовым [1977] — в 20 кг/га. Для Усть-Илимского водохранилища ориентировочный прирост ихтиомассы рассчитан по биомассе и продукции зоопланктона за 1976 г. (август). Продукция зоопланктона определена по P/B-коэффициентам, рассчитанным Н. И. Башаровой [1977], для зоопланктонных организмов Братского водохранилища. В августе 1976 г. средняя биомасса зоопланктона составляла 480 мг/м^3 для мирных и 81 мг/м^3 для хищных зоопланктонтов. К хищникам отнесены взрослые циклопы и коппеподиты, начиная с IV стадии, а также Leptodora kindtii и половина общего количества Asplanchna priodonta. Продукция зоопланктона рассчитана с учетом рационов хищных зоопланктонтов, при усвояемости 0,8. Исходя из того, что продукция зоопланктона, пригодного для питания рыб, составила 31 г/м^3, или 310 кг/га (за продуктивный слой взята 5-метровая толща), выедание зоопланктона рыбами принято за 50%, кормовой коэффициент взят равным 10, а смертность 30%, величина потенциального прироста ихтиомассы с учетом потерь определена в 11 кг/га. Как и предполагалось по прогнозу, в Усть-Илимском водохранилище рыбопродуктивность будет более низкой, чем в Братском, что связано с ландшафтными и гидрологическими показателями, в частности более северным положением и большей проточностью третьего из водохранилищ ангарского каскада. Величины возможного прироста ихтиомассы за счет зоопланктона в Братском и Усть-Илимском водохранилищах характеризуют их как относительно невысококормные водоемы, близкие к таковым некоторых волжских водохранилищ [Негоновская, 1978]. Однако, судя по слабой степени использования рыбами, обитающими в ангарских водохранилищах, и очень низкому товарному выходу рыбной продукции [Тугарина, Купчинская, 1977], можно говорить о значительном запасе рачкового корма. Однако мы считаем нереальным величины возможного прироста ихтиомассы за счет потребления рыбами зоопланктона в Братском и Усть-Илимском водохранилищах, приведенные в работе сотрудников СибрыбНИИпроекта (54 и 36 кг/га соответственно) [Насонова, Олифер, 1978].

Таким образом, на основе описываемого материала по продуктивности ангарских водохранилищ можно отметить следующее.

1. Водохранилища Ангарского каскада наиболее заметно различаются динамикой водных масс. Именно от гидродинамических ха-

рактеристик этих водоемов в конечном итоге зависит своеобразие круговорота органического вещества и его качественная специфика.

2. Иркутское водохранилище — олиготрофный водоем, биологический режим которого всецело зависит от Байкала.

3. Братское водохранилище на настоящем этапе может быть охарактеризовано как водоем мезотрофного типа со вполне сложившимся гидробиологическим режимом.

4. Усть-Илимское водохранилище проходит стадию формирования экосистемы. В первые годы существования водохранилища по количественным показателям фитопланктона и зоопланктона и содержанию хлорофила трофический тип водоема можно считать мезотрофным со склонностью к эвтрофированию в некоторых районах.

5. Рыбное хозяйство на водохранилищах следует вести, сохраняя ценные породы рыб-аборигенов, способных расти и размножаться в новых условиях, заселяя новыми ценными озерными породами особенно нижнюю часть водоема и развивая прудовое хозяйство в промышленных комплексах и совхозах.

6. Ангарские водохранилища обладают значительными кормовыми ресурсами в виде планктонных ракообразных, а также организмов зообентоса, которые могут быть использованы при целенаправленном формировании ихтиофауны.

ЛИТЕРАТУРА

Башарова Н. И. Продуктивность планктонных ракообразных Братского водохранилища: Автореф. дис. канд. биол. наук Владивосток, 1977. 11 с.

Башарова Н. И. Продуктивность планктонных ракообразных Братского водохранилища.— В кн.: Гидробиологические и ихтиологические исследования в Восточной Сибири. Иркутск, 1978, с. 110—120.

Башарова Н. И., Башаров Н. С. Байкальский омуль (Coregonus autumnalis migratorius Georgi) в Братском водохранилище.— В кн.: Гидробиологические и ихтиологические исследования в Восточной Сибири. Иркутск, 1978, с. 151—157.

Башарова Н. И., Помазкова Г. И., Шаракшинова Н. К. Зоопланктон Усть-Илимского водохранилища.— В кн.: Гидробиологические и ихтиологические исследования в Восточной Сибири. Иркутск, 1978, с. 120—124.

Васильева Г. Л. Некоторые итоги изучения зоопланктона Иркутского водохранилища в 1952—1962 гг.— В кн.: Биология Иркутского водохранилища. М.: Наука, 1964, с. 135—176.

Владимирова Т. М. Биологическая продуктивность Рыбинского водохранилища.— Тр. Ин-та биол. внутр. вод. АН СССР. 1974, вып. 25 (28), с. 37—42.

Винберг Г. Г. и др. Биологическая продуктивность озер разного типа.— В кн.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971, с. 5—33.

Голышкина Р. А. Бентос Иркутского водохранилища в первые годы его существования.— В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.: Изд-во АН СССР, 1963, вып. 6 (9), с. 91—107.

Голышкина Р. А., Кожова О. М., Шульга Е. Л. Материалы к прогнозу гидробиологического режима Усть-Илимского водохранилища.— В кн.: Материалы по биологическому режиму Братского водохранилища. Иркутск, 1973, с. 40—57.

Горлачев В. П. Продукция зоопланктона озера Арахлей.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах: Лиственичное на Байкале, 1973, с. 122—124.

Горлачев В. П. Зоопланктон Ивано-Арахлейских озер (Забайкалье): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1974. 20 с.
Ербаева Э. А., Варыханова К. В. Макрозообентос Усть-Илимского водохранилища в первые годы его существования.— В кн.: Проблемы экологии Прибайкалья: (Тез. докл.). 1. Продуктивность водных экосистем. Иркутск, 1979, с. 146—147.
Изместьева Л. Р. и др. Сравнительная характеристика содержания хлорофилла оз. Байкал, Хубсугул и ангарских водохранилищ.— В кн.: Экологические исследования водоемов Сибири. Иркутск, 1978, с. 29—32.
Кабанова Г. И. Сезонные изменения фитопланктона Балаганского расширения Братского водохранилища (1970 г.).— В кн.: Гидробиологические исследования водоемов Сибири. Иркутск, 1976, с. 25—34.
Кабанова Г. И. Фитопланктон реки Ангары и влияние на него антропогенных факторов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1980, 18 с.
Кожов М. М. Биология озера Байкал. М.: Наука, 1962. 315 с.
Кожова О. М. Формирование фитопланктона Братского водохранилища.— В кн.: Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М.: Наука, 1970, с. 26—160.
Кожова О. М. Гидробиологические показатели Братского и Иркутского водохранилищ.— В кн.: Материалы по биологическому режиму Братского водохранилища. Иркутск, 1973а, с. 10—40.
Кожова О. М. Фитопланктон и продукционно-деструкционные процессы в Братском водохранилище.— В кн.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. Минск, 1973б, с. 41—82.
Кожова О. М. Гидробиологическая оценка среднего участка р. Ангары в районе Усть-Илимского водохранилища, прогноз его режима и некоторые практические рекомендации по его использованию.— В кн.: Вопросы прогнозирования биологического режима Усть-Илимского водохранилища. Иркутск, 1975, с. 42—75.
Кожова О. М., Васильева Г. Л. Продукционные особенности Иркутского водохранилища.— В кн.: Исследования гидробиологического режима водоемов Восточной Сибири. Иркутск, 1971, с. 64—68.
Кожова О. М., Томилов А. А. Гидробиология Братского водохранилища в связи с возможным его исследованием.— В кн.: Комплексные исследования водохранилищ. М., 1973, с. 214—221.
Кожова О. М., Рудакова Т. Н. Состав, распределение и межгодовые изменения фитопланктона Балаганского расширения Братского водохранилища.— В кн.: Гидробиологические исследования водоемов Восточной Сибири. Иркутск, 1975, с. 525.
Кожова О. М., Ербаева Э. А. Особенности гидробиологического режима Иркутского водохранилища.— В кн.: Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Сибири. Л.: Наука, 1977, с. 37—43.
Кожова О. М. и др. Биологическая продуктивность Братского водохранилища.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978а, ч. 2, с. 250—253.
Кожова О. М. и др. Гидробиологический режим и продукционные возможности Усть-Илимского водохранилища.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978б, ч. 2, с. 253—256.
Кожова О. М., Романенко Т И. Фитопланктон Усть-Илимского водохранилища в первый год его заполнения (1975 г.).— В кн.: Гидробиологические и ихтиологические исследования в Восточной Сибири: Чтения памяти проф. М. М. Кожова. Иркутск, 1978, вып. 2, с. 61—72.
Купчинская Е. С. К потреблению кормов молодью окуня в Братском водохранилище.— В кн.: Проблемы экологии Прибайкалья: 1. Продуктивность водных экосистем. Иркутск, 1979, с. 205—206.
Лукьянчиков Ф. В. Формирование ихтиофауны Братского водохранилища.— В кн.: Биологические исследования водоемов Восточной Сибири. Иркутск, 1977, с. 135—142.
Мамонтов А. М. К биологии плотвы в период становления Братского водохра-

нилища.— В кн.: Материалы по биологическому режиму Братского водохранилища. Иркутск, 1973а, с. 77—117.
Мамонтов А. М. Материалы по биологии серебристого карася Братского водохранилища.— В кн.: Материалы по биологическому режиму Братского водохранилища. Иркутск, 1973б. с. 117—123.
Мамонтов А. М. Рыбы Братского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1977. 247 с.
Москаленко Б. К. Итоги изучения биологической продуктивности Байкала.— В кн.: Продукционно-биологические исследования экологии пресных вод. Минск. 1973, с. 19—32.
Насонова А. И., Олифер С. А. Зоопланктон ангарских водохранилищ как основной резерв повышения их рыбопродуктивности.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, ч. 2, с. 167—171.
Негоновская И. Т. Рыбопродуктивность и пути рыбохозяйственного использования водохранилищ Волжского каскада.— В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, ч. 2, с. 321—325.
Потакуев Я. Г Пищевые взаимоотношения планктоядных рыб в оз. Байкал: Автореф. дис... канд. биол. наук. Иркутск, 1954. 26 с.
Смирнов В. В., Устюжнина Л. А. Использование омулем кормовой базы Байкала.— В кн.: Второе совещ. по вопросам круговорота вещества и энергии в озерных водоемах: Лиственничное на Байкале, 1969, ч. 2, с. 56—57.
Смирнова-Залугина Н. С., Смирнов В. В. Популяция омуля в экосистеме озера Байкал.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах: Лиственничное на Байкале, 1973, ч. 2, с. 92—96.
Тугарина П. Я., Купчинская Е. С. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Байкало-Ангарского бассейна. Новосибирск: Наука, 1977. 103 с.
Шульга Е. Л. Формирование зоопланктона Братского водохранилища: Автореф. дис. канд. биол. наук. Иркутск, 1973. 40 с.

УДК 594

УРОВЕНЬ ТРОФИИ ОЗ. ДАЛЬНЕГО (КАМЧАТКА) В 70-Х ГОДАХ

Е. Б. ПАВЕЛЬЕВА

Озеро Дальнее — модельный водоем, довольно полно изученный, особенно в ихтиологическом и гидрологическом отношениях. Комплекс наблюдений на оз. Дальнем в течение трех десятилетий позволил выявить некоторые закономерности, свойственные озерам, сходным по морфометрическим и климатическим условиям [Крохин, 1968б, 1969], создать функциональные модели отдельных звеньев сообщества [Крогиус и др., 1969а; Приходько, 1971, 1973, 1975] и экосистемы в целом [Крогиус и др., 1969б; Меншуткин, Умнов, 1971].

В озере систематически определяли уровень первичного продуцирования косвенным хлорофильным методом, который дает весьма приблизительную потенциальную величину фотосинтеза планктона [Винберг, 1960; Крохин, 1968а]. В некоторые сезоны И. И. Куренков [1966] проводил измерения фотосинтеза скляночным методом

в кислородной модификации, которые легли в основу расчета ассимиляционных чисел для оз. Дальнего. Но известно, что кислородный метод дает большие ошибки, если им пользоваться при слабом развитии водорослей, а также на значительных глубинах [Романенко, 1971; Сорокин, 1958].

Ф. В. Крогиус провела расчет первичной продукции планктона по потреблению фосфатов в оз. Дальнем за 40-летний период. Этот метод недостаточно точен, но применен потому, что, во-первых, автор располагал только данными о динамике фосфатов в течение указанного срока, во-вторых, значительная концентрация минерального фосфора в 40—60-е годы позволила проследить за их участием в процессах синтеза органического вещества. Исследования Петерсена [Petersen, 1977] подтверждают возможность подобных расчетов, так как дают сопоставимые с радиоуглеродным методом результаты определения первичной продукции.

Но после снижения численности приходящей на нерест красной (Oncorhynchus nerka Walb) до 0,6—4 тыс. экз. в год уровень трофии озера понизился [Крохин, 1968б; Krokhin, 1971] и в настоящее время может быть учтен только высокочувствительным радиоуглеродным методом. Важность точного определения количества новообразованного в процессе фотосинтеза органического вещества для создания динамической модели, способной прогнозировать изменение параметров экосистемы, послужила причиной исследований в начале 70-х годов [Павельева, 1974; Сорокин и др., 1974]. В 1979 г. было продолжено изучение сезонной динамики первичного продуцирования и количества органических взвесей в оз. Дальнем.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа проводилась на центральной станции оз. Дальнего, над глубиной 56 м. Интервалы между съемками в сезонном цикле наблюдений 10—20 дней в зависимости от смены биологических явлений в водоеме. Пробы отбирали с 8—10 горизонтов, положение которых выбирали с учетом температурной стратификации. Воду брали пластмассовым батометром системы Сусляева емкостью 2,5 л.

Продукцию фитопланктона определяли при помощи радиоуглеродного метода [Steemann-Nielsen, 1952] в модификации Ю. И. Сорокина [1958]. Для выявления вертикального распределения активного фитопланктона (кривые K_p) пробы воды с разных глубин выдерживали сутки в реке (температура близка к поверхностной в озере) при естественном освещении в склянках емкостью 300 мл. Величины суточного фотосинтеза в поверхностном слое ($C_{фп}$) получали в результате экспонирования проб воды того же объема. Расчет зависимости фотосинтеза от подводной освещенности (кривые $K_т$) проводился согласно полученным в 1971—1979 гг. результатам натурных экспериментов с учетом прозрачности воды по диску Секки.

Гидрокарбонаты определяли по методике В. И. Романенко, С. И. Кузнецова [1974].

Для учета количества сестона в озере вода фильтровалась через фильтры из стекловолокна. Объем профильтрованной воды колебался от 500 до 1000 мл (чаще 1 л) в зависимости от обилия планктонных организмов и детрита в водоеме во время съемок. Фильтры вместе с осадком подвергались бихроматному окислению [Остапеня, 1965].

Используя рассчитанные Е. М. Крохиным [1974] в соответствии с морфометрией озера мощности слоев оз. Дальнего, определили общее количество сестона и продукцию фитопланктона под «средним» 1 $м^2$ поверхности озера в сезонном цикле наблюдений. Сумма новообразованного автохтонного органического вещества в озере рассчитывалась по интегральной кривой; этим же способом получены среднесезонные величины суточной первичной продукции и органического углерода взвесей.

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПЛАНКТОНА

В 1979 г. оз. Дальнее вскрылось ото льда в третьей декаде мая. В условиях гомотермии (рис. 1) сразу после вскрытия при большой освещенности в озере началось массовое развитие диатомеи Stephanodiscus astraea var. minutulus (Kütz) Grun., которая составляет 90% весеннего фитопланктона [Сорокин и др., 1974]. Прозрачность воды по белому диску снизилась с 9,2 в апреле до 2,5 м в конце мая (рис. 2). Этот косвенный показатель довольно объективно отражает уровень трофии: меньшая прозрачность свойственна высокотрофным водоемам.

Основой продуктивности любой водной экосистемы является продуцирование фитопланктоном органического вещества. В оз. Дальнем трофогенный слой, где проходят эти процессы, составляет в среднем 20 м, включая эпи- и металимнион. Оптимальные условия для фотосинтетической деятельности планктона создаются в слое двойной прозрачности в мае — июне на глубине 5—7 м. Летом и осенью абсолютные величины фотосинтеза очень низкие, прозрачность возрастает до 6—7 м, а относительно максимальная первичная продукция создается в том же слое эпилимниона (см. рис. 2).

Активные, потенциально способные продуцировать водоросли распределены иначе (кривые $К_р$): они концентрируются в наибольшем количестве в зоне температурного скачка, заглубляясь в течение сезона вегетации вместе с ним. В результате имеет место обычная для глубоких водоемов картина: огромная масса водорослей испытывает «световое голодание» (см. рис. 2), что было уже показано в 1970—1971 г. для оз. Дальнего [Сорокин и др., 1974].

Кривые относительной скорости фотосинтеза в толще воды ($К_с$) в июне имели максимум, совпадающий по глубине с наиболее благоприятной освещенностью. В июле на глубине концентрации основной массы фитопланктона отмечено второе увеличение интенсивности фотосинтеза (см. рис. 2).

Колебание продукции фитопланктона за вегетационный период 1979 г. имело ту же тенденцию, что и в 1970—1971 гг. Но наблю-

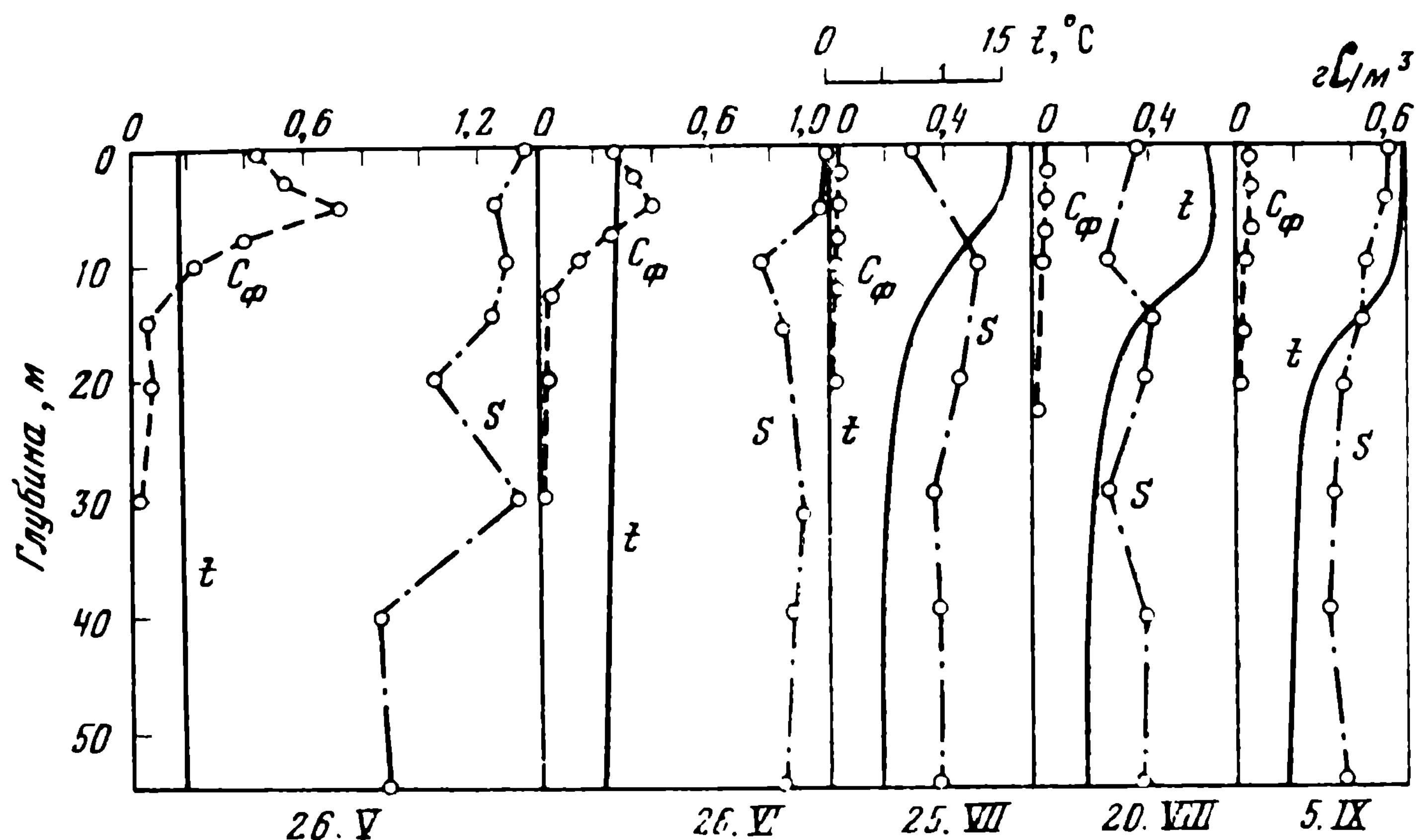


РИС. 1. Вертикальное распределение температуры (t), первичной продукции ($C_ф$, г С/м³) и сестона (S, г С/м³) в течение сезона вегетации

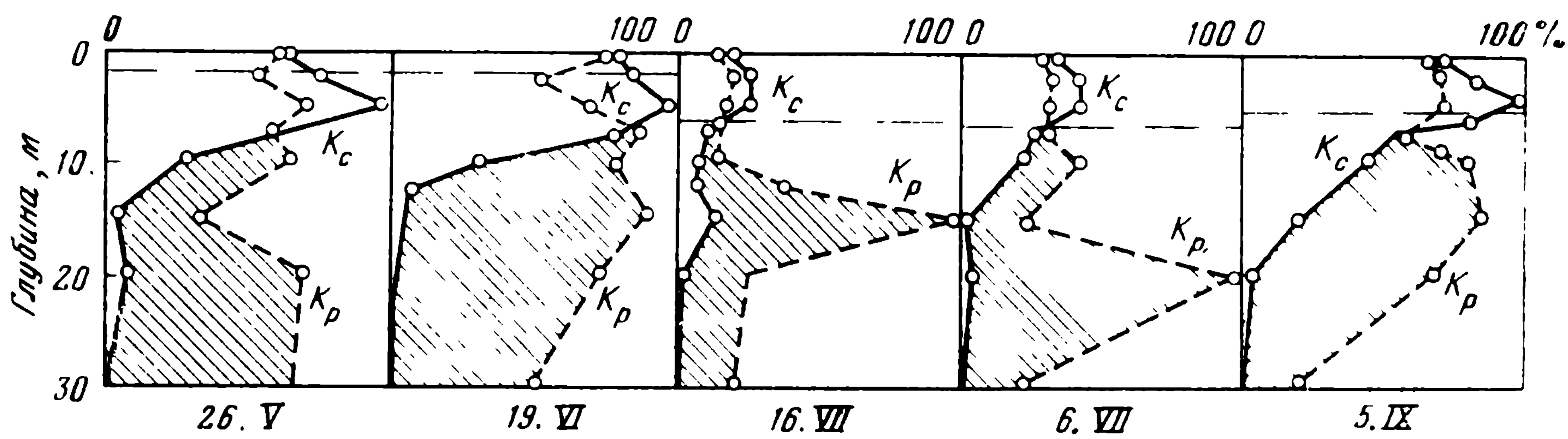


РИС. 2. Распределение активных к потенциальному фотосинтезу водорослей ($K_р$, % от поверхности) и относительного фотосинтеза ($K_с$, % от поверхности) в трофогенном слое в разные сроки вегетации

Заштрихованная площадь отражает степень «светового голодания» водорослей; горизонтальные пунктирные линии — прозрачность воды

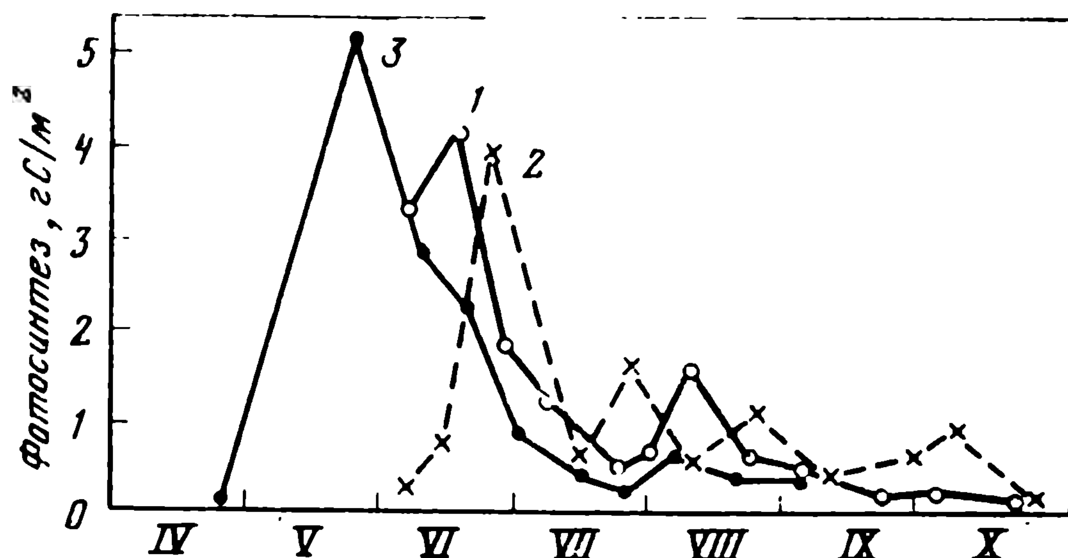


РИС. 3. Сезонное изменение первичной продукции (г С/м²) за разные сезоны наблюдений

1 — 1970 г.;
2 — 1972 г.
3 — 1979 г.

дались некоторые отличия. Весеннее развитие водорослей возникло почти на месяц раньше и достигло более высокого уровня, составив в максимуме 5,3 г С/м², что на 20% больше. В целом за май и июнь прошла основная автотрофная фаза продукционного процесса, что свойственно почти всем водоемам низкой и средней трофности. В отличие от начала 70-х годов летнее и осеннее «цветение» оз. Дальнего заметно снизилось (рис. 3), что отрицательно сказалось на кормовых ресурсах зоопланктона в этот период. Такое явление отмечено и Ф. В. Крогиус в последние годы (данные за 1978 г.).

В мае и июне под 1м² поверхности озера синтезировалось в 10 раз больше органического вещества, чем в остальные летние и осенние месяцы сезона вегетации. За 5 месяцев наблюдений первичная продукция оз. Дальнего составила 207 г С, или 1940 ккал/м², а в среднем за сутки — 1,38 г С, или 13 ккал/м².

Если допустить неизменный уровень продуцирования до конца вегетирования, то в целом в озере в 1979 г. создано около 230 г С, или 2160 ккал/м², что на 40% выше, чем в 1970—1971 гг.

СЕСТОН

Количество органического вещества сестона служит надежным показателем продуктивности водоемов [Винберг и др., 1971]. Вертикальное распределение взвесей позволяет оценить их долю в отдельных слоях водной толщи озера (см. рис. 1). В апреле подо льдом сестон располагается равномерно по глубине, составляя в начале месяца 0,3, а в конце всего 0,2 г С/м³. Во время весенней стагнации в результате «цветения» озера его концентрация в эпилимнионе достигла 1,3, а в глубинных слоях — 0,8—1,0 г С/м³. До середины лета органическая взвесь в слое 0—10 м содержала 0,9—1,1 г С/м³. Интересно, что с середины июля в гиполимнионе сестона почти вдвое меньше, чем в трофогенном слое, а затем наступает выравни-

Величина сестона (S) и фотосинтеза планктона ($C_ф$) в течение вегетационного периода 1979 г. (г С/м²) и их соотношение в 1971 и 1979 гг.

1979 г.

Дата	25.IV	26.V	9.VI	19.VI	1.VII	27.VIII	6.VIII	20.VIII	5.IX	Среднее
S	5,98	35,99	27,07	27,05	24,95	12,21	14,33	11,81	13,00	18,34
$C_ф$	0,07	5,16	2,83	2,26	0,85	0,21	0,56	0,35	0,35	1,38
% $C_ф$ от S	1,1	14,3	10,5	8,3	3,4	1,7	3,9	3,0	2,7	7,5

1971 г.

Дата	6.VI	15.VI	25.VI	14.VII	27.VII	11.VIII	24.VIII	9.IX	Среднее
% $C_ф$ от S	2,7	3,6	14,4	3,7	14,9	4,3	8,9	4,5	7,6

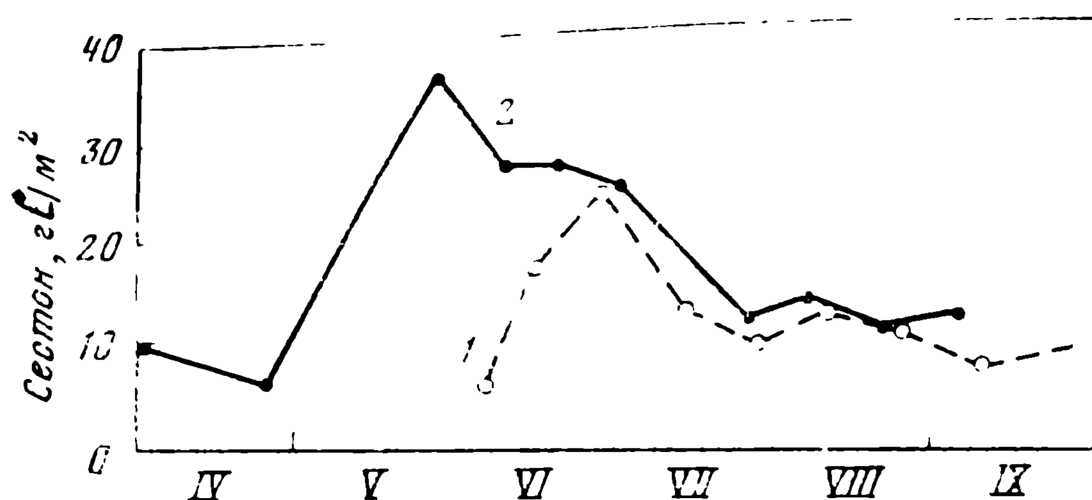


РИС. 4. Динамика сестона (г С/м²) в течение двух сезонов вегетации

1 — 1971 г.
2 — 1979 г.

вание его концентрации по всей водной толще. Этот факт может служить показателем срока отмирания весенней популяции фитопланктона. Общее понижение концентрации сестона в озере в конце лета и осенью свидетельствует о выедании зоопланктоном органических взвесей или детрита.

Обилие сестона в озере непосредственно зависит от интенсивности фотосинтеза. Если проследить за изменением общего содержания органических взвесей и первичной продукции за сезон (см. таблицу), то становится очевидным, что подавляющая часть сестона обусловлена развитием фитопланктона.

В таблице приведены величины суточной продукции водорослей органических взвесей в 1979 г. и соотношение этих значений за оба года исследований (1979 и 1974 гг.) Несмотря на различие процента синтезированного вещества от тотального сестона в течение сезона, в среднем за эти годы оно постоянно. Это — показатель сбалансированности биологических процессов в экосистеме, который может служить одним из критериев типа водоема.

По абсолютным величинам взвеси на порядок превышают величину фотосинтеза планктона. Этот факт хорошо согласуется с данными прошлых лет о соотношении продукции и биомассы водорослей [Сорокин и др., 1974], а также о содержании детрита фитогенного происхождения в сестоне оз. Дальнего [Павельева, 1974].

При сравнении тотального сестона под «средним» 1 м² поверхности озера в 1971 и 1979 гг. (рис. 4) видно, что уровень трофии по этому показателю немного повысился (средняя концентрация 18,3 г С/м²) и хорошо согласуется с автохтонной фазой продукционного процесса. Во время преобладания гетеротрофных процессов содержание сестона в оба года исследования оказалось одинаковым.

СПЕЦИФИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ТРОФИИ ЛОСОСЕВЫХ ОЗЕР ТИПА ОЗ. ДАЛЬНЕГО

Уровень первичного продуцирования — основной критерий для характеристики типа водоемов [Винберг, 1956, 1961; Robinson, Barroclough, 1978]. Но прежде всего необходимо решить, какую величину имеют в виду исследователи, определяя интенсивность фотосинтеза по ассимилированному $C^{14}O_2$. На основании некоторых литературных [например, Романенко, 1967; Vollenweider, Nauwerk, 1961] и собственных данных, полученных для оз. Дальнего [Соро-

кин, Павельева, 1972], можно считать, что приведенные нами величины новообразованного в процессе фотосинтеза органического вещества являются чистой продукцией планктона. Валовая первичная продукция при использовании переходного коэффициента 1,54 [Романенко, 1967] составляла в начале 70-х годов 2300 ккал/м²[1], а в 1979 г.— 3300, т. е. на 44% выше.

По величинам первичной продукции под 1 м² оз. Дальнее следует отнести к водоемам средней степени трофии, как и полагал Е. М. Крохин [1968а]. Но для характеристики водоема необходимо исходить из показателей первичной продукции (и других параметров) на единицу объема. Это связано с тем, что при большой прозрачности олиготрофных водоемов фотосинтез в них идет и на значительных глубинах, давая под 1 м² величины, присущие неглубоким мезотрофным и даже эвтрофным водоемам [Винберг, 1960; Романенко, 1965]. В трофогенном слое воды оз. Дальнего в течение трех сезонов вегетации отмечено колебание чистой продукции планктона от 5 до 700 мг С/м³. Первая величина соответствует нижним значениям для олиготрофных, вторая — верхним для мезотрофных водоемов [Винберг и др., 1971; Кузнецов и др., 1971]. Такие изменения прослеживаются с момента весенней гомотермии до прекращения «цветения» озера. В целом за безледный период в озере в результате фотосинтеза образуется 250—350 г С/м². Эта величина в 3 раза выше, чем в типично мезотрофном Рыбинском водохранилище [Романенко, 1971], но хорошо коррелирует с данными Е. М. Крохина [1968а] для 1962—1965 гг., полученных хлорофильным методом. Им отмечалось, что трофические показатели оз. Дальнего с 50-х годов заметно снизились [Крохин, 1968б; Krokhin, 1971] в связи с уменьшением пропуска нерестующей красной. Процесс олиготрофизации водоема выразился в снижении концентратов в воде и, следовательно, первичной продукции. В настоящее время большинство исследователей [Halman, 1972; Powers et al., 1972; Janner et al., 1972; Welch et al., 1978] приходят к выводу, что фосфор является главным элементом, оказывающим влияние на изменение первичной продукции в водоеме, особенно — низкой степени трофии.

Но в 70-х годах разложение сненки в оз. Дальнем не может оказывать ощутимого влияния на фосфатный режим, поскольку их количество резко сократилось [Крохин, 1967]. Следовательно, круговорот биогенов в экосистеме может осуществляться следующим образом: синтез органического вещества фитопланктоном и последующая его диссимиляция через детритное и зоопланктонное [Jerrante, 1976; Larow, Mc Naught, 1978] звенья. Потери для экосистемы органических соединений фосфора в составе скатывающейся молоди красной и выноса сестона из озера в какой-то мере компенсируются разлагающейся сненкой, а также за счет грунтовых и атмосферных вод [Rich, Palotti, 1977] и ручьев, впадающих в озеро.

[1] В нашей статье [Сорокин и др., 1974] расчет валовой продукции планктона проводился с поправкой на дыхание водорослей, равной 20% [Винберг, 1969].

Определение сезонного хода первичного продуцирования органического вещества в оз. Дальнем в 1970—1971 и 1979 гг. показало, что в настоящее время уровень его стабилизировался и выражается достаточно высокими величинами. Это происходит ввиду исключительно благоприятных условий использования биогенов в начале лета. Но во второй половине лета продукция фитопланктона держится на уровне, характерном для олиготрофных водоемов: 0,2—0,7 г С/м² [Кузнецов и др., 1971; Сорокин, Федорова, 1969]. Именно в ослаблении летнего и осеннего «цветения» озера и проявляется эффект происходящей в настоящее время относительной его олиготрофизации [Krokhin, 1971]. В целом же за сезон вегетации создается достаточно большое количество органического вещества.

Учитывая прямое влияние первичной продукции вырастного водоема на продукцию лососей [Dugdale, Dugdale, 1961; Manzer, 1976; Nelson, Edmondson, 1955], целесообразно было бы вслед за зарубежными исследователями проводить рыбохозяйственные работы по удобрению наших лососевых озер. Необходимо только учитывать специфику каждого водоема, для чего нужны целенаправленные исследования по изучению экосистемы в целом, включающие как гидробиологические данные, так и адиабатические факторы, оказывающие влияние на популяции лососей.

ВЫВОДЫ

1. Фитопланктонное сообщество оз. Дальнего развивается в условиях весенней гомотермии с максимальными для сезона вегетации концентрациями биогенных соединений. Во время стратификации запасы азота и фосфора в трофогенном слое исчерпываются, что приводит к снижению первичной продукции.

2. В течение всего периода продуцирования большая часть активных водорослей (в мета- и гиполимнионе) испытывает недостаток в подводной освещенности.

3. Изменение первичной продукции в 1979 г. имело ту же тенденцию, что и в 1970—1971 гг. Весеннее «цветение» озера возникло на месяц раньше и достигло более высокого уровня — 5,3 г С/м², что на 20% больше. Летом и осенью синтез органического вещества в целом был ниже, чем в начале 70-х годов.

4. Общее содержание органических взвесей в озере обусловлено первичной продукцией планктона. По абсолютным величинам взвеси почти на порядок превышают величину суточного фотосинтеза под 1 м².

5. Уровень трофии оз. Дальнего в 1979 г. по количеству взвеси и продукции фитопланктона немного повысился по сравнению с 1970—1971 гг. Соотношение этих величин ($C_ф/S$) за эти годы постоянно, что говорит о стабилизированности биологических процессов в экосистеме.

6. Валовая первичная продукция планктона (при использовании переходного от метода ^{14}C к кислородному коэффициенту, равному

1,54) составила в 1970—1971 гг. в среднем 2300, а в 1979 г.— 3300 ккал/м².

7. В настоящее время уровень трофии оз. Дальнего стабилизировался и выражается высокими величинами. Но летом и осенью первичная продукция очень низкая и зоопланктон существует за счет детрита, что приводит к потере энергии в экосистеме. Именно в этом смысле можно говорить об относительной олиготрофизации оз. Дальнего в последние годы.

ЛИТЕРАТУРА

Винберг Г. Г. Первичная продукция планктона.— Журн. общ. биол., 1956. т. 17 (5), с. 365—376.

Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960. 329 с.

Винберг Г. Г. Современное состояние и задачи изучения первичной продукции водоемов.— В кн.: Первичная продукция морей и внутренних вод. Минск, 1961, с. 11—24.

Винберг Г Г. Поток энергии в экосистеме автрофного озера.— ДАН СССР, 1969, т. 186 (1), с. 198—201.

Винберг Г Г. и др. Биологическая продуктивность озер разного типа.— В кн.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск: БГУ им. В. И. Ленина, 1971, с. 5—33.

Крогиус Ф. В., Крохин Е. М., Куренков И. И., Меншуткин В. В. Модель экологической системы оз. Дальнего.— Гидробиол. журн., 1969а, т. ⁻ вып. 5, с. 14—22.

Крогиус Ф. В., Крохин Е. М., Меншуткин В. В. Сообщество пелагических рыб оз. Дальнего: Опыт кибернетического моделирования. Л.: Наука, 1969б. 83 с.

Крохин Е. М. Влияние размеров пропуска производителей красной на фосфатный режим нерестовых озер.— Изв. ТИНРО, 1967, т. 57, с. 31—54.

Крохин Е. М. Содержание хлорофилла в воде Паратунских озер.— Изв. ТИНРО, 1968а, т. 64, с. 127—138.

Крохин Е. М. Обзор работ, проведенных Паратунской экспериментальной лабораторией (ПЭЛ) Камчатского отделения ТИНРО.— Изв. ТИНРО, 1968б, т. 64, с. 353—363.

Крохин Е. М. Поток энергии в экосистеме оз. Дальнего.— ДАН СССР, 1969, т. 189, вып. 5, с. 1118—1122.

Крохин Е. М. Расчет деструкции органического вещества в озере по сезонному ходу вертикального распределения кислорода.— Вод. ресурсы, 1974, № 5, с. 78—88.

Кузнецов С. И., Романенко В. И., Карпова Н. С., Романенко В. А. Численность бактерий и продукция органического вещества в Рыбинском водохранилище в 1967 г.— Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, вып. 21 (24), с. 23—30.

Куренков И. И. Кислородный феномен в озерах Камчатки.— В кн.: Экология водных организмов. М.: Наука, 1966, с. 170—171.

Меншуткин В. В., Умнов А. А. Энергетическая модель экосистемы пелагиали озера Дальнего.— Гидробиол. журн., 1971, т. 7, № 4, с. 11—17.

Остапеня А. П. Полнота окисления органического вещества водных беспозвоночных методом бихроматного окисления.— ДАН БССР, 1965, т. 9, вып. 4, с. 273—276.

Павельева Е. Б. Вертикальное распределение, сезонная динамика сестона и роль детрита в экосистеме оз. Дальнего (Камчатка).— Гидробиол. журн., 1974, т. 10, № 3, с. 20—24.

Приходько Т. И. Математическая модель популяции Neutrodiaptomus angustilobus оз. Дальнего.— Зоол. журн., 1971, т. 50, вып. 12, с. 1785—1794.

Приходько Т. И. Математическая модель популяции Cyclops scutifer оз. Дальнего.— Зоол. журн., 1973, т. 52, вып. 4, с. 477—484.

Приходько Т. И. Математическая модель продукционного процесса популяции Daphnia longiremis оз. Дальнего.— Гидробиол. журн., 1975, т. 4, с. 32—39.
Романенко В. И. Сравнительная характеристика микробиологических процессов в водохранилищах разных типов.— Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1965, вып. 13 (16), с. 133—153.
Романенко В. И. Сравнение кислородного и радиоуглеродного методов определения интенсивности фотосинтеза фитопланктона.— Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1967, вып. 15 (18), с. 54—60.
Романенко В. И. Продуцирование органического вещества фитопланктоном в Рыбинском водохранилище.— Гидробиол. журн., 1971, т. 7, № 4, с. 5—10.
Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. 1974. 194 с.
Сорокин Ю. И. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища.— Тр. биол. ст. Борок, 1958, вып. 3, с. 66—88.
Сорокин Ю. И., Федоров В. К. Определение первичной продукции и деструкции органического вещества в Онежском озере.— Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, вып. 19 (22), с. 3—6.
Сорокин Ю. И., Павельева Е. Б. К количественной характеристике экосистемы оз. Дальнего (Камчатка).— Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, вып. 23 (26), с. 24—38.
Сорокин Ю. И., Павельева Е. Б., Васильева М. И. Особенности первичной продукции лососевого озера.— Журн. общ. биол., 1974, т. 35, № 5, с. 746—755.
Dugdale R. C., Dugdale V. A. Source of phosphorus and nitrogen for lakes on afognak island limm.— Oceanogr. Mag., 1961, vol. 6, N 1, p. 13—23.
Jerranle G. J. The role of sooplankton in the intrabiocoenotic phoshorus cycle and factors affecting phosphorus excretion in a lake.— Hydrobiologia, 1976, vol. 49, N 3, p. 203—214.
Halmann M. Chemical ecology evidence for phosphate as the only factor limiting algae growth in lake kinneret.— Isr. J. Chem., 1972, vol. 10, N 4, p. 841—855.
Krokhin E. M. Marine nutrients transported to a lake by migrating solmon.— In: Abstr. limn. conventus XVIII, Leningrad, 1971, p. 51—54.
Larrow E. I., Mcnaught D. C. Systems and organismal aspects of phosphorus remineralization.— Hydrobiologia, 1978, vol. 59, N 3, p. 151—154.
Manzer G. I. Fisheries and marine service.— Techn. Rept, 1976, N 678.
Nelson P. R., Edmondson W. T. Limnological effects of fertilising Bare Lake. Alaska.— US Fish and Wildlife Serv. Fish. Bull., 1955, vol. 102, N 56, p. 414—436.
Petersen B. G. Phytoplankton production and phosphorus supply in Caynga Lake (1968—1973).— Hydrobiologia, 1977, vol. 54, N 2, p. 113—127.
Power C. F., Scholts D. W. Malueg K. W. et al. Algae responses to nutrient additions in natural waters. II. Field experiments.— In: Nutr. and Eutrophic. limit. Nutr. Controversy. Lawrence; Kans., 1972, p. 141—154.
Rich P. H., Palotti B. L. Potential contribution of atmospheric fallout to the phosphorus budget of Columbia Lake, Connecticut. 1977, p. 692—697.
Robinson D. G., Barroclough W. E. Population estimates of sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) in a fertilized oligotrophic lake.— G. fish. Board Canad., 1978, vol. 35, N 6, p. 851—860.
Steemann-Nielsen E. The ust of radio-active carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea.— J. Cons. intern. explor. mer., 1952, bd 18, s. 117.
Tanner H. A., Bartsch A. F., Derr P. E. et al. Nutrient and eutrophication prospects and options for the future.— In: Nutr. and Eutrophic. limit. Nut. Controversy. Lowrence; Kans., 1972, p. 295—310.
Vollrnweider R. A., Nauwerk A. Some observation on the C^{14} method for measuring primary production.— Verh. Intern. Ver. theor. und angew. Limnol., 1961. Bd. 20, p. 14.
Welch E. B., Sturtevant P., Perkins M. A. Dominance of phosphorus over nitrogen as the limiter to phytoplankton growth rate.— Hydrobiologia, 1978, vol. 57, N 3, p. 209—215.

УДК 639.2/.3

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ПРИМОРСКОЙ ГРЭС И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

С. П. БЕЛИКИН, В. Г. МАРКОВЦЕВ, Е. И. РАЧЕК,
Ю. А. ФОМЕНКО

Важным резервом получения товарной рыбы на внутренних водоемах Приморья является использование отработанных теплых вод энергетических объектов, где могут быть построены как полносистемные садковые хозяйства с применением поликультуры рыб, так и хозяйства с односезонным выращиванием товарной рыбы. Немаловажен резерв и использование акваторий самих водоемов, подогрев воды в которых обусловливает развитие высокой и стабильной кормовой базы [Рачюнас, 1971]. Тем не менее существующие в Приморском крае два водоема-охладителя общей площадью более 1000 га до сих пор служат лишь целям любительского рыболовства, и изучение возможностей их рыбохозяйственного освоения не проводилось. Очевидно, без исследований гидрохимического и гидрологического режимов водоемов-охладителей, продукционных процессов в них, состава ихтиофауны невозможен комплексный подход к использованию этих водоемов.

Целью данного исследования было выявление характерных гидрохимических параметров водоема-охладителя Приморской ГРЭС и степени их соответствия рыбохозяйственным потребностям; определение продукции фитопланктона и макрофитов; изучение состава ихтиофауны водохранилища и определение его естественной рыбопродуктивности. Одновременно проводили экспериментальные работы по садковому выращиванию двухлетков сазана для выяснения возможностей строительства садкового хозяйства.

Пробы воды отбирали бутылкой-батометром на шести станциях с глубин 0—2,0 м. Содержание кислорода измеряли погруженным мембранным электродом электрометрического зонда до глубин 2,5 м. Пробы на первичную продукцию экспонировались в склянках белого стекла на глубинах 0,4—0,5; 0,7—1,0 и 2 м при прозрачности воды по белому диску 70—80 см. Химический анализ выполняли по принятым методикам [Кострикин, 1967; Алекин и др., 1973]. Калий и натрий определяли на пламенном фотометре ПАЖ-1. Химический состав воды за 1977—1978 гг. взят на основании анализов химического цеха ГРЭС. Работы по определению запасов высшей водной растительности проводились с помощью комплекта № 1 для

подводного плавания в период их максимального развития (август). Массу растений с площади, оконтуренной рамкой 50×50 см, собирали и взвешивали во влажном состоянии.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОХРАНИЛИЩА

Основная масса воды в водохранилище довольно однородна по химическим характеристикам благодаря значительной искусственной циркуляции. В летнее время через охладитель действующего первого энергоблока ГРЭС перекачивается до 1,3 млн. $м^3$ воды в сутки. Оборот всей массы водохранилища происходит за 33,5—35 суток.

После прохождения через охладитель температура воды повышается на 5—7°С. У впадения сбросного канала образуется теплая зона, занимающая до $^1/_5$ площади водохранилища.

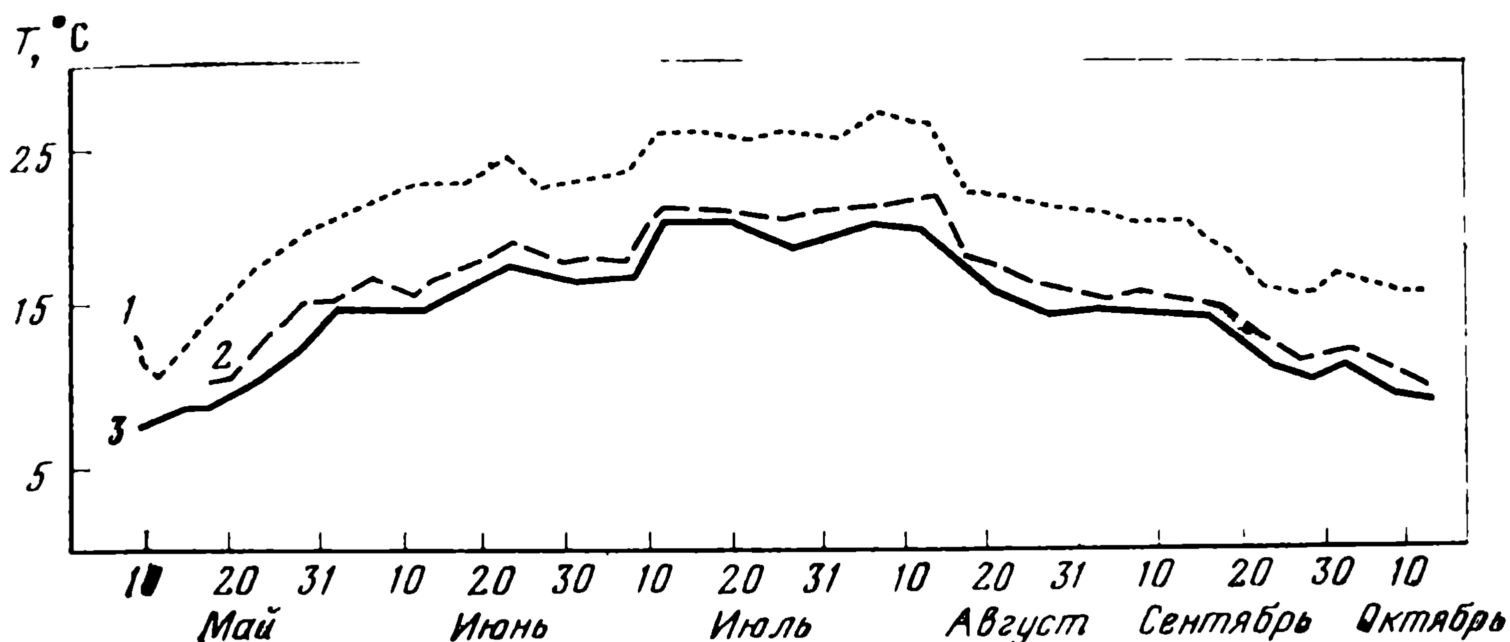
В целом гидрохимические характеристики водоема-охладителя обусловлены режимом р. Контровод, водами которой заполняется водохранилище; возрастанием минерализации при испарении воды и обратным процессом в паводок, когда из водохранилища осуществляется сброс воды; кругооборотом и подогревом воды при работе ГРЭС; влиянием залитых болотистых и торфяных почв и остатков древесной растительности на ложе водохранилища; поступлением обогащенных биогенами сточных вод пос. Лучегорск; биологическими эффектами.

Летом 1979 г. средняя минерализация воды колебалась около 100 мг/л. Газовый состав воды отличается от соотношения атмосферных газов меньшей долей кислорода и повышенным содержанием CO_2 вследствие влияния биологических процессов. В районе сброса подогретой воды имеет место и пересыщение воды азотом.

Температура воды в летние месяцы колеблется от 19 до 28°С. В зоне влияния сбросного канала (до 20% площади водохранилища) выделяется зона повышенных температур. В районе установки садков температура имеет среднее значение между самим водохранилищем и зоной повышенных температур (см. рисунок).

ТАБЛИЦА 1. Изменение основных составляющих ионного состава воды в водохранилище

Месяц и год	Форма выражения анализа	Содержание ионов					
		HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}
VI 1977	мг/л	49,8	9,4	2,9	10,0	5,8	12,0
	%-экв	31,3	18,4	9,4	17,2	6,3	9,7
X 1978	мг/л	46,5	11,0	3,7	6,5	4,2	11,2
	%-экв	31,1	22,8	12,5	11,8	4,9	9,7
III 1979	мг/л	49,8	18,0	3,7	10,0	4,1	31,3
	%-экв	23,9	26,9	9,0	13,0	3,5	19,5
VI 1979	мг/л	46,5	14,3	3,8	8,5	3,6	30,1
	%-экв	25,0	23,3	10,3	12,3	3,4	20,9



Ход температуры воды в сбросном канале, в районе садков и в водоеме-охладителе

1 — в сбросном канале; 2 — в осадках; 3 — в водоеме-охладителе

В бессточные периоды отмечается тенденция к увеличению минерализованности воды при одновременном изменении соотношения главных ионов: анионов в пользу сульфата, катионов в пользу кальция (табл. 1).

При рассмотрении катионного состава воды прослеживается закономерность $Ca^{2+} > Na^{+} > Mg^{2+} > K^{+}$, что отличается от обычного для пресных рек и проточных озер соотношения $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+}$ [Хатчинсон, 1969].

Присутствие натрия связано, по-видимому, с поступлением в водохранилище сточных вод. Низкое содержание магния, не превышающее 3,7 мг/л, или 10,3%-экв, по-видимому, связано с бедностью магнием пород водосбора. Особенностью формирования ионного состава воды является также прогрессирующее возрастание содержания сульфат-ионов. По мере становления гидрохимического режима водохранилища сформировался гидрокарбонально-сульфатный класс вод при сохранении низкой минерализации. Такое явление не характерно для пресных водоемов Приморья. Примечательно, что общее уменьшение минерализации воды после паводка на р. Контровод весной 1979 г. практически не повлияло на концентрацию сульфатов, вследствие чего их доля даже возросла в 19,5 до 20,9%-экв. Объяснить поведение сульфатов можно предположением о значительной роли процессов микробиологического окисления сульфидов железа, накопленного в торфяных отложениях, при которых выделяется в воду сульфат-ион [Хатчинсон, 1969]. На ложе водохранилища затоплены значительные массивы торфяников, наблюдаются многочисленные сплавины, в которых и протекает окисление сульфидов. Содержание биогенных элементов в водохранилище довольно высокое и сходно с аналогичными показателями для удобряемых рыбохозяйственных водоемов (табл. 2).

Наблюдаемое снижение концентрации силикатов по мере становления гидрохимического режима водохранилища (от 5,5 мг/л, или 2,7%-экв) летом 1977 г. до 0,75, или 0,3 %-экв (летом 1979 г.) можно объяснить развитием биологических процессов, например

ТАБЛИЦА 2. Содержание некоторых биогенов в водохранилище

Месяц и год	Форма выражения анализа	Содержание ионов			
		SiO_3^{2+}	Fe^{3+}	NO_3^-	NH_4^+
VI 1977	мг/л	5,5	0,44	0,80	0,55
	%-экв	2,7	0,8	0,4	1,2
X 1978	мг/л	0,94	0,78	1,73	0,30
	%-экв	0,5	1,7	1,2	0,7
III 1979	мг/л	1,46	0,35	1,0	0,32
	%-экв	0,6	0,6	0,5	0,5
VI 1979	мг/л	0,75	0,57	0,93	0,40
	%-экв	0,3	0,6	0,5	0,7

деятельностью диатомовых микроводорослей. Из форм биогенных элементов значительное место в ионном составе воды занимают нитраты; их динамика сложна; содержание колеблется от 0,8 до 2,0 мг/л, или от 0,4 до 1,2 %-экв.

Нитраты не закрепляются грунтами, а при наличии в воде аммиачного азота не потребляются подавляющим большинством водорослей и бактерий, основной путь их расхода в экосистеме — бактериальная денитрификация [Лебедев, 1969]. По-видимому, интенсивность бактериальной денитрификации в водохранилище недостаточна для полной утилизации поступающих в водоем соединений азота. Некоторые данные указывают на то, что в теплой зоне водохранилища содержание нитратов снижается. Степень интенсивности бактериальной денитрификации в грунтах ложа водохранилища неясна и требует изучения.

Ионы аммония постоянно присутствуют в воде, их количество обычно не превышает 0,3—0,5 мг/л. В условиях малой минерализации воды эквивалентное содержание ионов аммония заметно в общем ионном составе воды — от 0,7 до 1,1%-экв общей суммы ионов.

Лимитирующим элементом в экосистеме пресного водоема обычно служит фосфор. Движение и круговорот фосфора в большей степени обусловлены биологическими, чем простыми физическими и химическими процессами. Динамика фосфатов более сложна, чем для других биогенов. В поступающей в водохранилище воде р. Контровод фосфатов до 1,0 кг P_2O_5/л, для самого водохранилища обычна концентрация 0,2—0,5 мг P_2O_5/л. При цветении воды фосфаты могут аналитически не обнаруживаться. Постоянным химическим фактором, уменьшающим содержание фосфат-ионов, служит осаждение фосфатов в виде $FePO_4$, типичное для большинства подобных водоемов [Голтерман, 1977]. Наблюдается корреляция фосфатов с содержанием окисного железа. Концентрация железа в водохранилище снижена до 0,3—0,4 мг/л, тогда как содержание его в р. Контровод достигает 1,1—1,2 мг/л.

Наиболее значительным источником поступления биогенов в водохранилище являются сточные воды станции биологической очистки коммунальных вод пос. Лучегорск. Содержание фосфатов на выходе из очистных сооружений достигает 1,25 кг P_2O_5/л, нитратов до 45 мг/л, органического вещества около 14 мг О/л по Кубелю. Биогены сточных вод вызывают эвтрофирование водохранилища. Цветение воды вызывает значительное увеличение pH вследствие ее малой минерализации и буферности. Летом 1979 г. отмечались значения pH воды до 8,80. Несмотря на идущие процессы накопления органического вещества на ложе водохранилища, содержание органического вещества в воде невелико: по Кубелю, в среднем 6—8 мг О/л, органического углерода до 14 мг С/л вследствие значительной доли трудноокисляющихся гуминовых веществ.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОХРАНИЛИЩА

Измеренный кислородным методом Винберга валовый фотосинтез водоема-охладителя при максимальной толщине трофогенного слоя 2,0 м составил в среднем 2,42 г O_2/м^2 в сутки. При вегетационном периоде, равном 5,5 месяцев, валовая первичная продукция водоема равняется 1427 ккал/м^2 за сезон. В верхней части трофогенного слоя валовый фотосинтез в среднем равнялся 2,03 мг O_2/м^2 в сутки.

Усредненная величина чистой продукции фотосинтеза за период наблюдений равнялась 1,90 O_2/м^2 в сутки, или 6,669 ккал/м^2 в сутки.

При экстраполяции на весь вегетационный период 5,5 месяцев чистая продукция фотосинтеза равняется 1120 ккал/м^2 за сезон.

В пересчете на органическое вещество (глюкозу) на площади водоема-охладителя 10 км^2 синтезируется за сезон 2992 т биомассы микроводорослей. При сравнении уровня валового фотосинтеза (Ф) и деструкции (Д) обращает на себя внимание отношение этих величин: Ф : Д = 3,0 ÷ 3,5. При достаточной утилизации первичной продукции водохранилища это отношение не превышает 1,4 [Ляхнович и др., 1961]. Такие показатели согласуются с наблюдениями Г. В. Никольского с соавторами [1979], указывающими на гиперпроизводство первичной продукции и отставание следующих трофических уровней при термическом эвтрофировании.

Из высшей водной растительности, произрастающей в водоеме, основную массу образует рдест остролистный Potamogeton oxyphyllus Mig. Единичными экземплярами встречаются рдест злаковый разнолистный P. gramineus L. var. heterophyllus Fries, рдест плавающий P. natans L. и наяда пильчатая Najas serristipula Max.

Заросли рдестов имеют важное значение в рыбном хозяйстве, так как служат местом нереста рыб и нагула молоди. Высока их роль и как пищевых объектов растительноядных рыб [Алиев, 1963; Боброва, 1966; Веригин, 1963; Вовк, 1976]. Немаловажным является то, что рдесты обладают высокими кормовыми качествами. Они

содержат от 15,5 до 33,5% сырого протеина, 2,3—3,77% жира, до 20,7% золы, 4,5—5,5% каротина [Деева, 1968]. И. И. Ворошихин [1953] указывает, что рдесты богаты азотом и являются ценным кормом.

В период максимального развития средняя масса макрофитов в водохранилище равна 1,76 кг/м^2 при колебании от 2,4 до 1,0 кг/м^2. Общая площадь мелководий, занятых мягкой погруженной водной растительностью, составляет 1,66 км^2. За сезон в водоеме продуцируется около 3 тыс. т биомассы макрофитов.

Таким образом, химическое и термическое эвтрофирование приводит к типичному явлению гиперпроизводства первичной продукции и продукции макрофитов, использование которой на последующих звеньях трофической цепи явно недостаточно.

По данным 1979 г., в составе ихтиофауны водохранилища отмечено 17 видов рыб. Из них карась Carassius auratus gibelio (Bloch.), уклей Culter alburnus Basilewsky, владиславия Ladislavia taczanowskii Dybowski, амурский чебачок Pseudorasbora parva (Schlegel), озерный гольян Phoxinus percnurus (Pallas) и пескарь-губач Черского Chilogobio czerskii (Berg) обладают высокой численностью. Косатка-скрипун Pseudobagrus fulvidraco (Richardson), троегуб Opsariichthys uncirostris amurensis (Dybowski) Berg, горчак Rhodeus sericeus (Pallas), ротан Perccottus glehni Dybowski и корюшка малоротая Hypomesus olidus (Pallas) часто встречаются в уловах, но не обладают высокой численностью. Щука Esox reicherti Dybowski, сом амурский Parasilurus asotus (Linne) и змееголов Ophiocephalus argis warpachowskii Berg — крупные хищники водохранилища, но встречаются они единично. Конь-губарь Hemibarbus labeo (Pallas) и амурский бычок Rhinogobius similis Gill. встречены по одному экземпляру. Амурский сазан Cyprinus carpio haemotopterus Temminck et Schlegel в незначительном количестве выпущен нами в водоем.

Коротко остановимся на анализе состава ихтиофауны. Отнесение рыб к тем или иным комплексам принято на основании классификации Г. В. Никольского [1956]. Верхнетретичный комплекс в водохранилище представлен амурским сомом, обыкновенным горчаком и сазаном. К бореальному равнинному комплексу относятся карась, щука и амурский бычок. Наиболее многочислен китайский равнинный комплекс. Сюда относятся уклей, конь-губарь, троегуб, владиславия, амурский чебачок, гольян озерный и пескарь-губач Черского. Малоротая корюшка, как все представители речных форм лососевых, относится к арктическому пресноводному комплексу. Положение ротана, насколько нам известно, до сих пор не ясно. Наиболее близко по экологии он подходит к индийскому равнинному комплексу, представителями которого в водохранилище являются змееголов и косатка-скрипун.

Сравнение соотношения доли рыб различных комплексов в р. Амур [Никольский, 1956], в оз. Ханка [Самуилов, Свирский, 1976] и в водохранилище показало, что структура ихтиоценоза последнего имеет больше общих черт с озерной ихтиофауной (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3. Соотношение рыб различных фаунистических комплексов

Фаунистический ко	Доля рыб комплекса, %		
	р. Амур	Ханка	водохранилище
Китайский равнинный	49,3	43	41,5
Древний верхнетретичный	13,6	17,1	17,6
Бореальный равнинный	11,1	18,5	17,6
Бореальный предгорный	12,4	10	—
Арктический пресноводный	7,4	2,8	5,8
Индийский равнинный	6.2	8,6	11,7
Общее число видов	81	70	17

Очевидно, становление данного биоценоза еще не закончено, однако формирование фауны идет по озерному типу. Обращает на себя внимание довольно высокая доля хищников (41%). Последнее обстоятельство должно учитываться при акклиматизации и интродукции ценных рыб в этот водоем. Темп роста рыб водохранилища не имеет четко выраженных черт по сравнению с другими природными водоемами, в которых обитают эти виды. Отмечается лишь его более равномерный характер по возрастам. Последнее свидетельствует о том, что, несмотря на более длительный период повышенных температур в водохранилище, рост рыб чем-то ограничен. Скорее всего лимитирующим фактором является низкая кормовая база, обусловленная отсутствием сформированных иловых или илисто-песчаных грунтов. Дно водоема до сих пор представляет собой затопленные болотные почвы и торфяники со значительным количеством погруженных деревьев и кустарников.

Нерест у рыб водохранилища начинается раньше, чем в других водоемах края, что несомненно связано с ранним весенним прогревом вод. Например, первая порция икры у карася выметывается к середине мая, тогда как в оз. Ханка это происходит в конце мая — начале июня. Осенью, напротив, происходит задержка наступления III стадии зрелости. Например, у уклея в середине октября из 130 особей лишь 14 (10,7%) имели гонады на II—III стадиях. В оз. Ханка уклей в это время имеет гонады уже на III стадии зрелости. Причина кроется в различных температурах воды. В озере она в это время равна 7—8°С, а в водохранилище 15—16°С. На явление удлинения срока пребывания рыб с гонадами на II стадии зрелости под влиянием подогретых вод указывается и в литературе [Ефимова, 1977].

Из всех перечисленных видов рыб карась, уклей, сом, змееголов, щука и косатка-скрипун по размерам и численности могут иметь промысловое значение. Экспериментальный лов (три сети с ячеей 38—40 мм и одна с ячеей 60 мм) показал, что общая численность рыб в водохранилище скорее всего невелика. Уловы на одну сеть

в водохранилище почти в 1,5 раза ниже, чем в оз. Ханка. Даже если ориентировочно принять равной рыбопродуктивность озера и водохранилища, то в последнем можно вылавливать не более 70—80 ц рыбы в год. Вполне очевидно, организация промысла при такой величине добычи нерентабельна.

Вместе с тем естественная кормовая база водохранилища, особенно для растительноядных рыб должна использоваться. Чистая продукция фитопланктона в водохранилище составляет около 3 тыс. т в год. При максимальном кормовом коэффициенте 50 ед. [Вовк, 1976] в нем может сформироваться около 600 ц ихтиомассы рыб-фитопланктонофагов — толстолобика. С учетом возможной в конце пятого года выращивания конечной ихтиомассы и коэффициентов выживаемости на различных стадиях [Вовк, 1979] в водохранилище необходимо ежегодно выпускать 180—200 тыс. личинок толстолобика.

Учитывая запасы макрофитов (176 ц/га) и имеющиеся нормы посадки мальков белого амура в естественные водоемы для целей мелиорации [Веригин, 1963], нам необходимо выпустить 400 личинок на гектар, занятый высшей водной растительностью. В целом по водохранилищу это составит 67 тыс. шт, или, согласно коэффициентам выживаемости от личинки до сеголетка [Вовк, 1968], общее количество, потребное для зарыбления водоема, составит около 200 тыс. личинок белого амура. Смертность рыб следующих возрастных групп очень низкая, и выживаемость может достигать 100% [Вовк, 1976]. Следовательно, после первого зарыбления личинками в водоеме останется около 50—60 тыс. годовиков, а через 5—6 лет численность рыб может составить 30—40 тыс. шт. Это позволит изымать из водоема 600—800 ц высокоценной рыбы.

Нельзя забывать и о других аспектах зарыбления водохранилища растительноядными рыбами. Уменьшение количества фитопланктона и высшей водной растительности, несомненно, благоприятно скажется на режиме работы ГРЭС и даст прямой экономический эффект [Веригин, 1963]. В то же время это отрицательно повлияет на условия нереста фитофильных рыб (карась, щука, уклей). Однако их численность невелика, и они не имеют промыслового значения даже в настоящее время.

Остановимся и на возможности использования этого водоема для целей садкового выращивания рыб. Результаты эксперимента, проведенного летом 1979 г., выявили перспективность данного направления. В четырех садках размером 3 × 4 × 1,5 м и установленных на понтоне с 20 мая по 10 октября проводили выращивание сазана. Посадочный материал был плохого качества. Средняя масса рыб 13,5 г при колебании от 3 до 70 г. Плотность посадки в трех садках 145 экз./м², а в четвертом — 25 экз./м².

В течение мая — июня для кормления использовали гранулированный корм, приготовленный на основе рецептов ВНИИПРХ РГМ-6М и РГМ-13В. С июля применяли сухие гранулированные корма опытных вариантов на основе ингредиентов из местного сырья (крилевая и рыбная мука, кормовые дрожжи и др.). Около

ТАБЛИЦА 4. Результаты выращивания сазана в садках

Рыбоводный пок	Номер садка			
	1	2	3	4
Число рыб в садке, шт.	1740	1740	300	1740
Начальная средняя масса, г	11,5	12,3	14,4	14,4
Конечная масса, г	323,6	299,0	428,7	307,9
Минимальная, г	55,0	90,0	53,0	85,0
Максимальная, г	930	890	1020	892
Выход рыбы, шт.	1440	1385	252	1223
То же, кг	467,8	416,8	104,8	378,2
Кормовой коэффициент	3,23	3,65	5,42	4,0

половины суточного рациона составлял гранулированный комбикорм для сельскохозяйственных животных. Он состоял в основном из пшеницы, кукурузы и соевого шрота. Расчет потребного количества корма проводили ежедекадно согласно существующим рекомендациям [Тимошина, Остроумова, 1977].

Средняя масса двухлетков сазана к концу выращивания колебалась от 299 до 418,7 г при минимуме 53 г и максимуме 1020 г (табл. 4).

Довольно низкий выход (70—80%) при выращивании обусловлен значительным уходом рыб из садков за счет прорыва дели косатками.

Наглядно видно, что результаты, полученные при проведении первых экспериментальных работ, свидетельствуют о возможности выращивания сазана в садках на данном водоеме.

Ориентировочные расчеты показывают, что при качественном посадочном материале (масса более 25 г) рыбопродуктивность на кормах с использованием местных ингредиентов может составить 100—120 кг/м^2 садка. Учитывая нормы соотношения площадей садков и зеркала водоема [Каспин и др., 1976], на данном водоеме можно получать более 10 тыс. ц высокоценной рыбы.

Следует остановиться еще на двух моментах. В зимнее время в сбросном канале температура колеблется от 10 до 12°С. Следовательно, вполне возможно садковое или бассейновое выращивание форели. Высокие летние температуры в канале (до 34°С) свидетельствуют о возможном бассейновом выращивании канального сомика. Оба эти направления потребуют значительных капиталовложений. Однако при должной организации эти вложения быстро окупятся.

Таким образом, благоприятный гидрологический и гидрохимический режим водоема способствует формированию существенной кормовой базы для растительноядных рыб. Через 5 лет после первого зарыбления их вылов может составить около 1200—1400 ц в год. Однако основное направление использования данного водоема — садковое выращивание сазана, карпа или их гибрида. Оно ежегодно

может давать около 10 тыс. ц высокоценной рыбы, что намного превышает средний многолетний вылов рыбы во всех внутренних водоемах края. Не следует забывать, что наличие мощного инкубационного цеха в предполагаемом хозяйстве позволит решить проблему получения посадочного материала.

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 443 с.

Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 269 с.

Алиев Д. С. Опыт использования белого амура для борьбы с зарастанием водоемов.— В кн.: Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР. Ашхабад, 1963, с. 89—92.

Боброва Ю. П. Выращивание белого амура в поликультуре с другими рыбами в прудах Московской области.— В кн.: Разведение и выращивание растительноядных рыб в прудах. М.: Пищ. пром-сть, 1966, с. 3—14. (Тр. ВНИИПРХ; Т. 14).

Веригин Б. В. Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования толстолобика и белого амура в водоемах Советского Союза.— В кн.: Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР. Ашхабад, 1963, с. 20—38.

Вовк П. С. Результаты исследований по разработке биотехники разведения белого амура в условиях лесостепи УССР.— В кн.: Новые исследования по экологии и разведению растительноядных рыб. М.: Наука, 1968, с. 54—63.

Вовк П. С. Биология дальневосточных растительноядных рыб и их хозяйственное использование в водоемах Украины. Киев: Наук. думка, 1976. 245 с.

Воронихин Н. Н. Растительный мир континентальных водоемов. М.; Л.; Изд-во АН СССР, 1953.

Голтерман Г Л. Вертикальные движения фосфата в пресных водах.— В кн.: Фосфор в окружающей среде/Пер. с англ. М.: Мир, 1977, с. 552—585.

Деева Т. А. Использование зеленой водной растительности при кормлении карпа. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 40 с.

Ефимова Т. А. Влияние сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС на половые циклы рыб Иваньковского водохранилища.— В кн.: Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов: Материалы второго симпоз. Борок, 1974.

Каспин Б. А., Луньков Л. Д., Шлихунов В. М. Проектирование и строительство рыбоводных предприятий. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 319 с.

Кострикин О. М. Инструкция по анализу воды, пара и отложений в теплосиловом хозяйстве. М.: Энергия, 1967.

Лебедев Ю. М. Особенности круговорота азота в удобряемых рыбоводных прудах: Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: МГУ, 1969.

Ляхнович В. П., Суринович Р. М., Казакова Н. Т. Первичная продукция прудов как показатель их рыбопродуктивности.— В кн.: Первичная продукция морей и внутренних вод. Минск, 1961, с. 133—138.

Рачюнас Л. А. Распределение беспозвоночных в водохранилище-охладителе Литовской ГРЭС.— Гидробиол. журн., 1971, т. 7, вып. 1, с. 85—90.

Тимошина Л. А., Остроумова И. Н. Рекомендации по применению гранулированного корма при выращивании товарного карпа на теплых водах. Л.: ГосНИОРХ, 1977. 13 с.

Хатчинсон Д. Лимнология/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1969. 592 с.

УДК 639.2/.3

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ, ЧИСЛЕННОСТЬ И ВЕЛИЧИНУ ВЫЛОВА РЫБ В ОЗ. ХАНКА

В. В. ПИЛЬЩИКОВ

Связь между периодическими изменениями таких абиотических факторов, как солнечная активность, уровень и температура воды, с одной стороны, ростом, численностью и выловом рыб — с другой, доказана на большом количестве примеров, несмотря на неустойчивость этих связей, которые, как правило, опосредованы условиями размножения, питания и промысла. При этом циклические изменения солнечной активности в какой-то мере определяют изменения двух других названных выше факторов. В частности, о связи между солнечной активностью и температурой воды Баренцева моря писали Ю. А. Бочков и др. [1968], о влиянии солнечной активности на колебание уровня озер — А. Я. Безрукова [1954]. По нашим данным, коэффициент корреляции между солнечной активностью и уровнем воды оз. Ханка с 1936 по 1978 г. составил 0,126, а между солнечной активностью и температурой воды в озере за май — октябрь — 0,097.

В. Н. Куненкий [1970], рассматривая корреляцию между солнечной активностью и уровнем воды оз. Ханка по «вертикали», показал, что от года к году 11-летнего цикла их связь закономерно изменяется, возрастая по величине в годы, близкие к максимуму, и уменьшаясь в годы, близкие к минимуму. При этом проявляется разница между четными и нечетными циклами: около максимума в четные циклы связи высокие и положительные, в нечетные циклы — высокие и отрицательные. Около эпохи минимума связи уменьшаются по величине и даже меняют знак. Естественно поэтому, что общий коэффициент корреляции между солнечной активностью и уровнем воды во всех случаях очень мал.

О влиянии коротко- и долгопериодных колебаний уровня воды в оз. Ханка на численность рыб (преимущественно фитофильных) указывалось неоднократно [Каневец, Козов, 1934; Базаров, 1958; Крыхтин, 1961; Пробатов С. Н., Пробатов Н. С., 1978; Марковцев, 1979], однако, как и в какой мере они влияют на численность, не говорилось. Влияние таких абиотических факторов, как температура воды, осадки, солнечная активность на рост, численность и уловы рыб в оз. Ханка в литературе не рассматривалось.

Данная работа является попыткой восполнить указанный пробел в рыбохозяйственных исследованиях на оз. Ханка с целью использования выявленных связей при прогнозировании уловов. Материалом для работы послужили данные по промысловой и биологической статистике наиболее массовых промысловых рыб: сазана Cyprinus

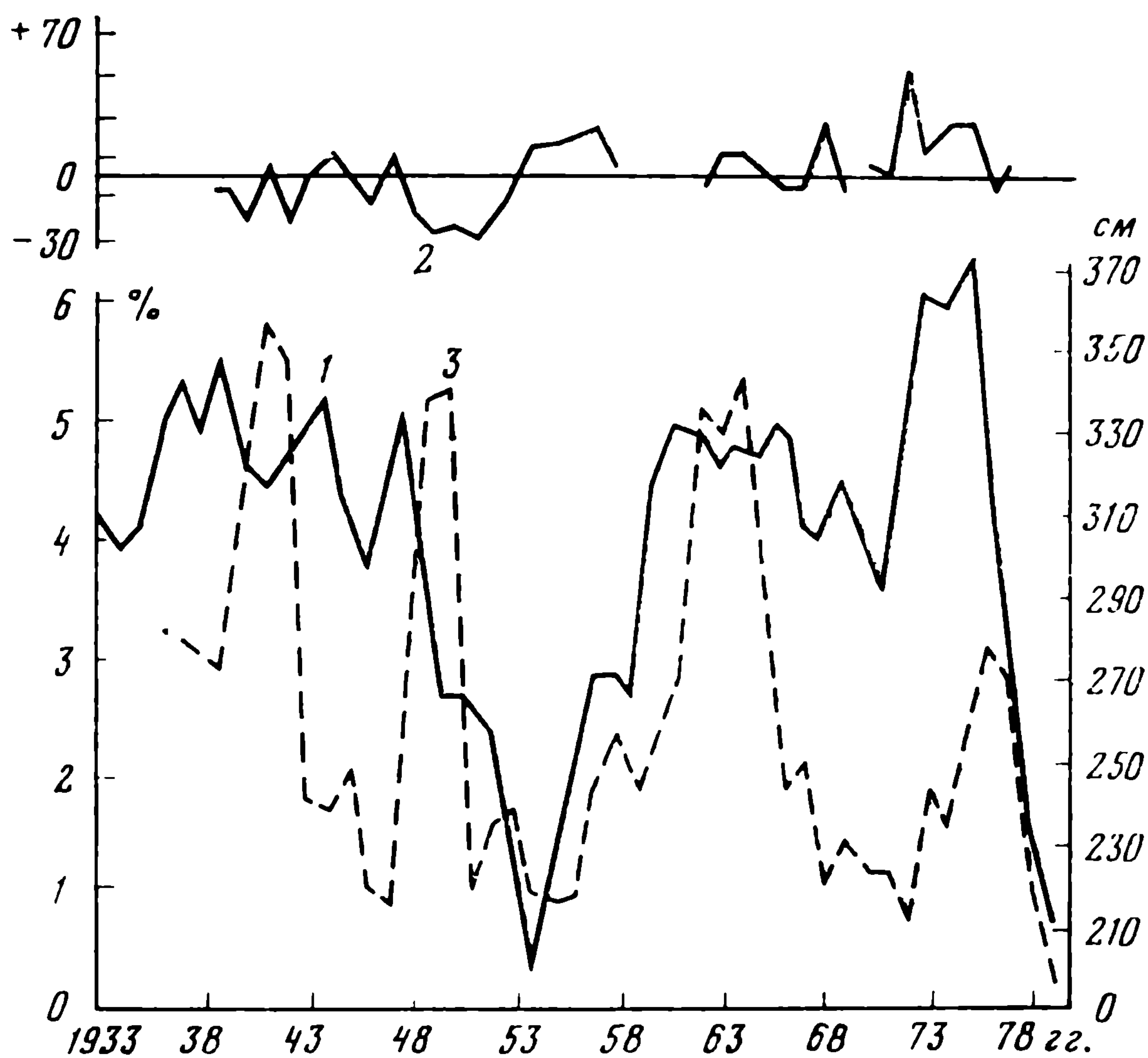
carpio haematopterus (Temminick et Schlegel), верхогляда Erythroculter erythropterus (Basilewsky), карася Carassius auratus gibelio (Bloch), щуки Esox reicherti (Dybowsky), сома Parasilurus asotus (L.) и гидрометеорологические наблюдения за последние пять десятилетий.

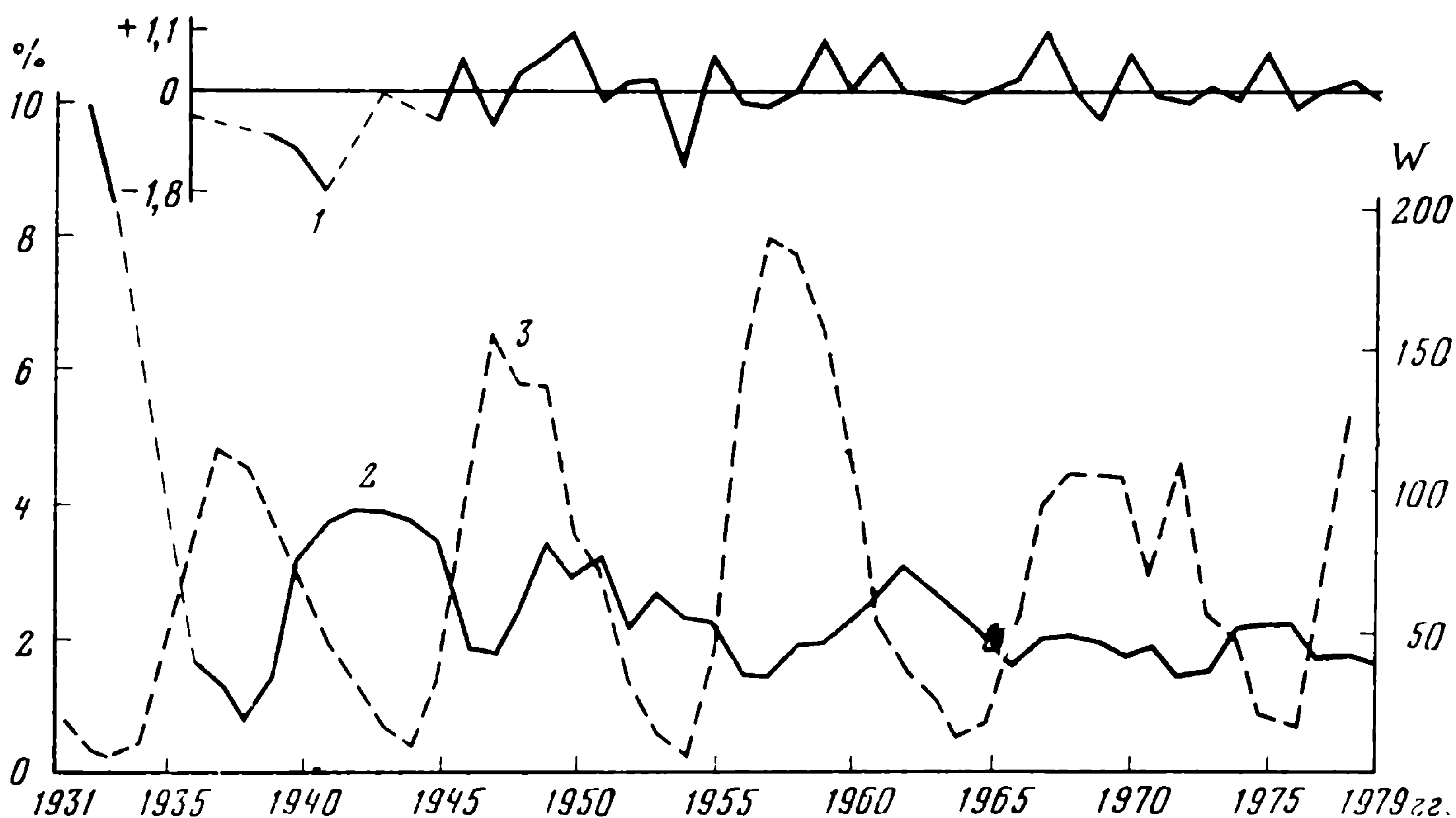
Для определения роста рыб в оз. Ханка были использованы приросты тела ряда поколений. Рост рыб в отдельные годы определялся методом, предложенным К. А. Земской [1964], по величине отклонения ежегодных приростов от среднего многолетнего показателя. Полученные цифровые значения сравнивались со значениями ряда абиотических факторов (солнечная активность, количество осадков, температура и уровень воды в оз. Ханка), а также с величиной вылова рыбы в соответствующие годы. В результате сравнения было выявлено, что изменения годовых приростов длины тела рыб наиболее четко связаны с изменениями уровня воды в озере, обусловленными количеством выпавших осадков, в то время как связь с солнечной активностью и температурой воды практически отсутствует.

В период падения уровня воды в озере рост всех рассматриваемых видов рыб (карась, сазан, верхогляд, краснопер) был слабым, а в период подъема — высоким. При этом, как правило, наблюдалась прямая связь между изменениями темпа роста рыб и величиной их уловов. Исключение составил лишь карась, у которого она была преимущественно противоположной (рис. 1).

На основании изложенного можно сделать вывод, что рост и численность рыб в оз. Ханка прямо зависит от изменений уровня воды в озере, обусловленных количеством выпавших осадков. Данная связь объясняется следующим образом. Как показала Т. Ф. Дементьева [1976] на примере связи между колебанием стока р. Даугавы и биомассой планктона Рижского залива, увеличение стока приводит к обогащению водоема биогенными элементами и как следствие — к увеличению численности планктона, т. е. улучшению условий питания рыб. Это, в свою очередь, способствует ускорению их роста и увеличению численности уловов, о чем свидетельствует динамика уловов рыбы в оз. Ханка. Так, в годы, следующие непосредственно за подъемом уровня воды в озере, наблюдается рост уловов рыбы, а в годы, следующие за стабилизацией уровня или его падением, т. е. сокращением количества осадков и стока рек, как правило, наблюдалось уменьшение уловов.

На связь между солнечной активностью и численностью жилых рыб Амура, опосредованной водностью, и на возможность использовать эту связь при прогнозировании уловов впервые указывал М. Л. Крыхтин [1975]. При этом он отмечал, что между численностью рыб и величиной их уловов в бассейне Амура наблюдается прямая связь. На основании этого мы считаем возможным отождествлять величину вылова рыб в оз. Ханка с их численностью, а динамику годового вылова рассматривать как отражение динамики численности.





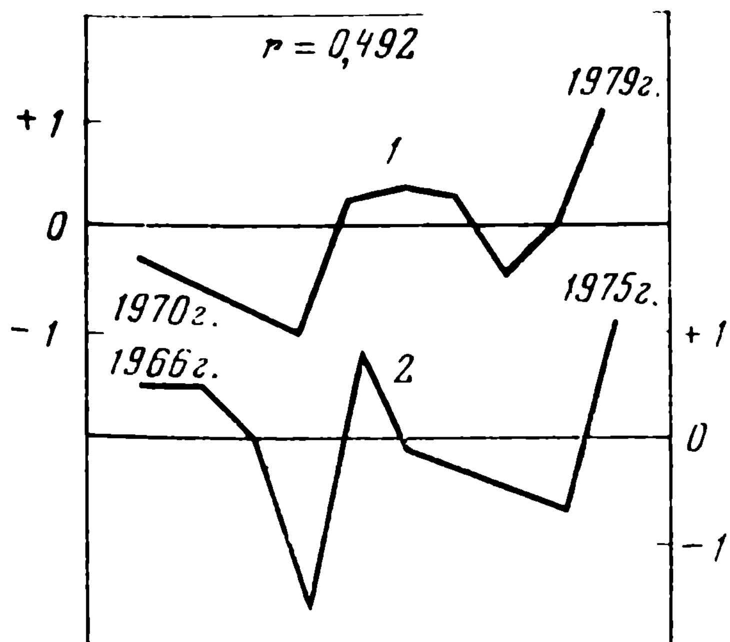


РИС. 1. Колебание уровня (*1*), темпы роста (*2*) и вылова карася (*3*) в оз. Ханка

РИС. 2. Колебание температуры воды за май — октябрь (*1*) и вылов рыбы (*2*) в оз. Ханка
3 — солнечная активность (чис. Вольфа)

РИС. 3. Колебание уловов на усилие мелкого частика (*1*) и температуры воды за июнь (*2*) в оз. Ханка

В оз. Ханка, как и в Амуре, наблюдается связь между солнечной активностью и выловом рыбы ($r = -0{,}28$) (рис. 2).

При совмещении графиков методом «наложения эпох» [Купецкий, 1970] наблюдается прямая зависимость между солнечной активностью и уловами как по отдельным видам, так и в целом по водоему (см. табл. 1). Полученные при этом невысокие значения коэффициента корреляции являются следствием формального подхода к совмещению графиков. При совмещении графиков солнечной активности и вылова на усилие за последние 10 лет методом «наложения эпох», значения коэффициента корреляции оказались более высокими, особенно для рыб с небольшой численностью (сом, щука). Из рассматриваемых видов связь между солнечной активностью и выловом на усилие наблюдаются у всех фитофильных рыб. У пелагофильного верхогляда и литофильного краснопера она не прослеживается, что, по-видимому, является следствием нерепрезентативности имеющегося материала.

Связь между температурой воды, ростом, численностью и уловами рыб наиболее полно рассмотрена в работе Т. Ф. Дементьевой [1976], в которой на большом количестве примеров показана такая связь для ряда рыб. Данные связи, как правило, опосредованы условиями питания и размножения.

В оз. Ханка связь между температурой воды и величиной уловов из шести рассмотренных видов прослеживается лишь у сазана (при смещении графика уловов влево на 6 лет). Сравнительно четкая связь ($r = 0{,}49$) установлена между температурой воды за июнь (период нереста названных ниже видов) и уловами мелкого частика (горбушка, конь пестрый, косатка-скрипун) за 1970—1979 гг. при смещении графиков на 4 года (рис. 3).

Таким образом, можно сделать вывод, что изменения температуры воды в оз. Ханка, наблюдаемые в последние 44 года, существенно не отражаются на численности основных промысловых рыб. На слабую связь между температурой воды в Амуре и выловом рыбы указывал М. Л. Крыхтин [1975].

К причинам, не позволяющим выявить связи между ростом, численностью, уловами большинства промысловых рыб оз. Ханка, с одной стороны, и температурой воды в нем — с другой, можно отнести в первую очередь отсутствие долгопериодных аномалий температур (см. рис. 1) и небольшую амплитуду их колебаний (от −1,8 до +1,1 за 44 года), а также то обстоятельство, что все промысловые виды являются полициклическими (некоторые, к тому же, порционно нерестующие) и аномалия температуры в 1—2 года на фоне других факторов существенно не отражается на величине вылова.

Влияние изменений уровня воды на условия воспроизводства и численность рыб (преимущественно фитофильных) широко освещено в литературе. При этом различают короткопериодные колебания уровня воды (от нескольких часов до нескольких суток), обусловленные ветровым нагоном (сгоном) и обильными осадками, а также годовые и многолетние (долгопериодные) изменения уровня (рис. 4).

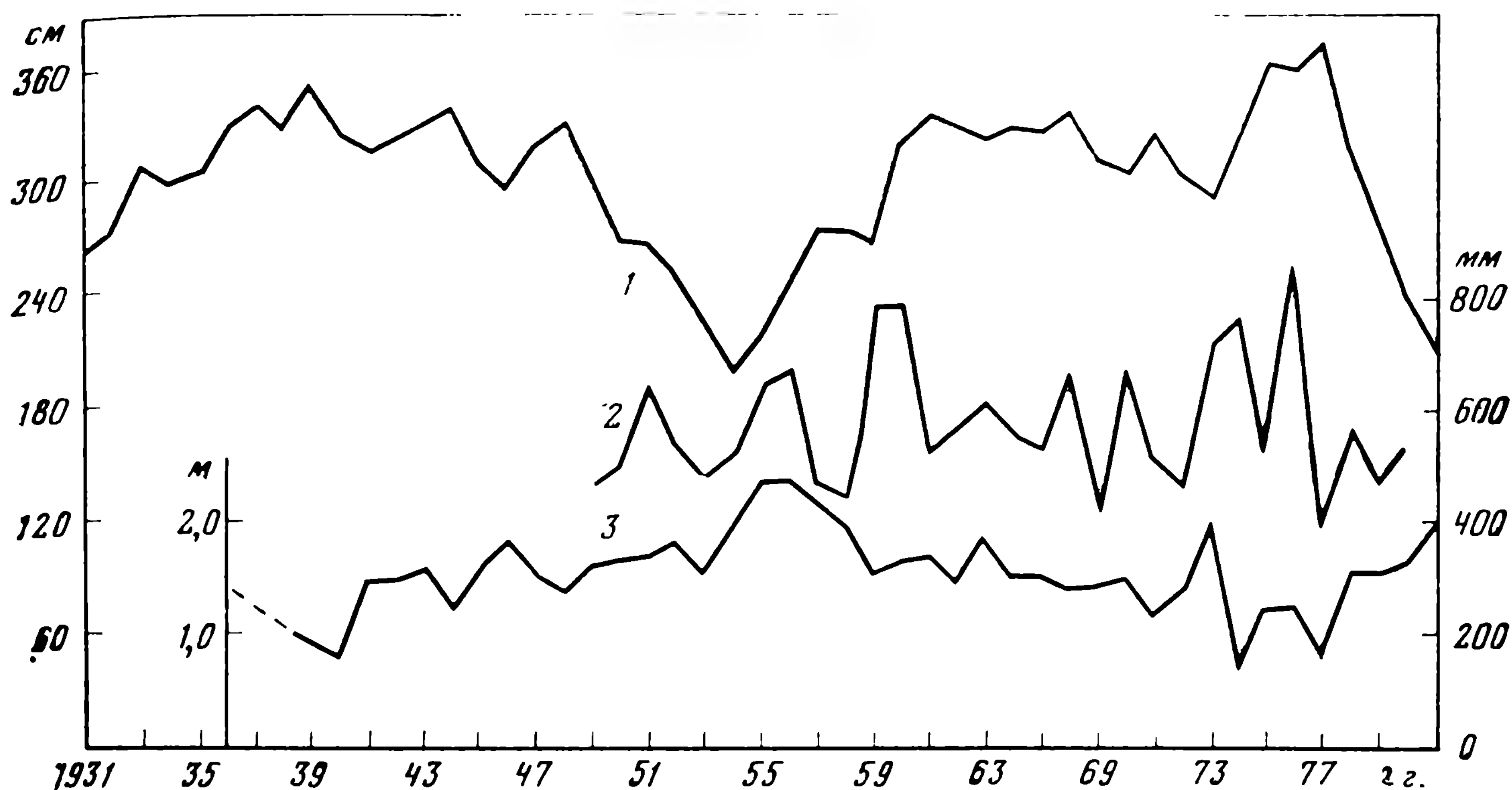


РИС. 4. Уровень в оз. Ханка (*1*), годовая сумма осадков (*2*), сумма среднемесячных отклонений от среднего уровня воды за май — август (*3*)

Б. Б. Вронский [1965], рассматривая влияние короткопериодных колебаний воды на нерест фитофильных рыб Амура, указывал, что фитофилы очень чувствительны к колебаниям уровня воды. Особенно гибельно для икры и молоди фитофилов резкое снижение уровня воды, следующее за высоким его стоянием в период нереста.

Короткопериодные колебания уровня воды в оз. Ханка в период нереста рыб, вызванные ветровым сгоном, могут явиться причиной гибели икры и личинок. Однако ввиду их небольшой продолжительности (1—2 суток) по сравнению с периодом нереста, а также вследствие того, что данное явление охватывает не все побережье озера, влияние короткопериодных колебаний на численность промысловых рыб оз. Ханка несущественно. В отдельных случаях сгон доходит до 1,5 м и возможно значительное снижение численности или 100%-ная гибель поколения данной порции.

Годовые колебания уровня оз. Ханка обусловлены количеством выпавших осадков в предыдущем и текущем годах. При этом ход кривой годового уровня из года в год, как правило, не повторяется, вследствие чего неблагоприятные условия одного года компенсируются благоприятными условиями другого года. Анализ годовых колебаний уровня воды оз. Ханка за ряд лет показал, что в тех случаях, когда ход уровня последующего года повторяет ход уровня предыдущего в течение ряда лет, возможно существенное изменение численности стада рыб. В противном случае годовой ход уровня воды отражается лишь на величине поколения данного года.

Наряду со слабовыраженными короткопериодными и годовыми колебаниями уровня воды в оз. Ханка наблюдаются долгопериодные ярко выраженные колебания уровня продолжительностью 20—30 лет. Разница между максимальным и минимальным уровнем воды в озере за весь период наблюдений (67 лет) 2,16 м.

ТАБЛИЦА 1. Значение коэффициента корреляции (r) между солнечной активностью (W), уровнем воды в оз. Ханка (H) и выловом (C) некоторых рыб

Рыба	W и C	H и C	H и $\bar{C}$**	H и $\bar{C}$	W и $\bar{C}$
Сазан	$\frac{0,072}{6}$	$\frac{0,661}{6}$	—	$\frac{0,094}{6}$	$\frac{0,540}{6}$
Верхогляд	$\frac{0,203}{6}$	—	—	$\frac{-0,537}{6}$	$\frac{-0,002}{6}$
Карась	$\frac{0,332}{4}$	0,351	0,413	$\frac{-0,652}{5}$	$\frac{0,458}{5}$
Сом	$\frac{0,362}{3}$	0,358	0,482	$\frac{-0,537}{6}$	$\frac{0,844}{5}$
Щука	—	0,570	0,669	$\frac{0,680}{5}$	$\frac{0,623}{5}$
Общий вылов	$\frac{+0,269}{4}$	−0,075	—	—	—

* Числитель — значение r, знаменатель — количество ле на которое смещены уловы
** $\bar{C}$ — средний вылов на усилие за 1970—1979 гг.

По В. Н. Купецкому [1970], уровень воды в оз. Ханка имеет примерно 22-летний цикл, соответствующий двум циклам солнечной активности.

Анализ динамики уловов рыбы в оз. Ханка за последние 50 лет показал, что наблюдается прямая связь между уровнем воды в озере и величиной вылова щуки, сома и карася. На положительную корреляцию ($r = 0,55$) между уловами фитофильных рыб и уровнем вод в р. Амур за май — октябрь указывал М. Л. Крыхтин [1975]. Для других промысловых рыб, а также для вылова в целом такая связь в оз. Ханка не прослеживается.

Б. Б. Вронский считал [1965], что наиболее благоприятными для воспроизводства фитофильных рыб являются годы с уровнем воды в пределах среднего многолетнего. При этом урожайность в маловодные годы часто намного выше, чем в полноводные, что объясняется ухудшением условий нереста при высоком уровне воды и большой гибели потомства в придаточных водоемах. Данный вывод полностью подтвердился при выявлении зависимости численности промысловых фитофильных рыб от уровня воды в оз. Ханка по величине вылова на усилие, при смещении графиков на количество лет, соответствующее среднему возрасту рыб в уловах (табл. 1). Аналогичная связь наблюдается и у пелагофильного верхогляда.

Изложенное позволяет сделать вывод, что генеральным фактором, определяющим динамику гидрологических и гидробиологических процессов в оз. Ханка, является Солнце. Влияние Солнца на рыб, осуществляющееся через названные связи, прослеживается наиболее отчетливо на их численности, которая отражает всю сово-

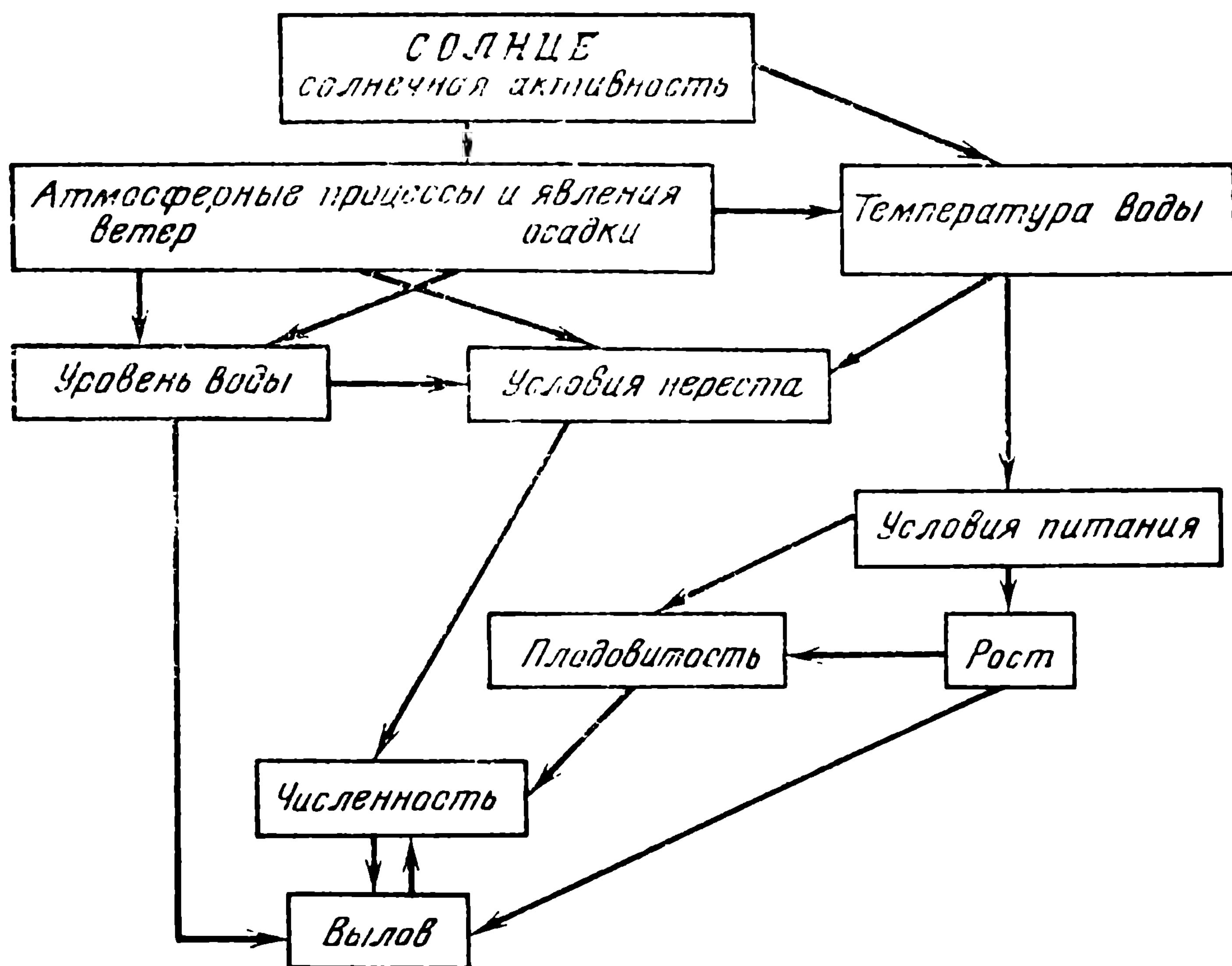


РИС. 5. Гелиогидрометеорологические и гидробиологические связи в оз. Ханка

купность воздействий окружающей среды, т. е. мы имеем связь: генеральный фактор — совокупный результат. Все остальные связи являются лишь частными проявлениями влияния среды на рыб (рис. 5).

В частности, для каждого рассмотренного вида рыб названные связи выглядят следующим образом (табл. 2).

Из пяти рассмотренных абиотических факторов заметное влияние на рост рыб оказывает лишь количество выпадаемых осадков, при этом знак связи во всех случаях положителен.

ТАБЛИЦА 2. Знак связи между некоторыми абиотическими факторами, ростом, численностью и уловами ряда промысловых рыб оз. Ханка

Рыба	Рост, осадки	Уло	Численность			Температура воды	Осадки	Уловы	
			W	$H_{к.п.}$	$H_{д.п.}$			$H_{д.п.}$	$H_{к.п.}$
Сазан	+	+	+		—	+	+	Слабая	—
Карась	+	—	+	+	—	Слабая	+	+	—
Верхогляд	+	+	+		—	»	+	Слабая	+
Сом			+	—	—	»	+	+	—
Щука			+	+	—	»	+	+	+
Краснопер	+	+	+	+		»	+	Слабая	+

Примечание. $H_{к.п.}$ — короткопериодные колебания уровня воды в озере; $H_{д.п.}$ — долгопериодные; W — солнечная активность; + — положительная связь; — — отрицательная связь.

На численность рыб влияют все перечисленные факторы. Из них солнечная активность и количество осадков имеют положительный знак связи с численностью рыб. Короткопериодные колебания уровня, за исключением связи с численностью сома, также имеют положительный знак связи, долгопериодные изменения уровня — отрицательный, а связь температуры воды с численностью прослеживается лишь у сазана, у других рыб она не прослеживается.

Заметное влияние на величину уловов рыб оказывают лишь колебания уровня. Связь долгопериодных колебаний с величиной уловов наблюдается наиболее отчетливо у карася, щуки, сома. Знак связи положителен. Короткопериодные колебания уровня отражаются на величине уловов всех рассмотренных видов рыб. Для таких хищников, как верхогляд, краснопер и щука, связь короткопериодных колебаний с уловами положительна, для сазана, карася и сома — отрицательна.

Несмотря на то что выявленные связи в большинстве своем формальны, мы считаем возможным их использование при прогнозировании уловов.

При составлении прогнозов вылова рыбы в оз. Ханка из рассмотренных абиотических факторов для всех промысловых видов в первую очередь необходимо принимать во внимание солнечную активность и количество осадков, а для щуки, сома и карася — также и уровень воды в озере. Температуру воды следует учитывать лишь в случае долгопериодных глубоких аномалий.

ЛИТЕРАТУРА

Базарова Г П. О восстановлении запасов рыб в оз. Ханка.— Рыб. хоз-во, 1958, № 4, с. 13—14.

Безрукова А. Я. Влияние солнечной активности и характера атмосферной циркуляции на колебания уровня озер и на засухи.— Тр. Лаб. озероведения, 1954, т. 3, с. 23—46.

Бочков Ю. А., Саруханян Э. И., Смирнов Н. П. Основные закономерности многолетних колебаний температуры воды Баренцева моря и их связь с геофизическими процессами.— Тр. ПИНРО, 1968, вып. 23.

Вронский Б. Б. Влияние гидрологических и метеорологических условий на нерест некоторых фитофильных рыб Амура и выживание их икры и молоди.— Вопр. ихтиологии, 1965, т. 5, вып. 1 (34), с. 111—126.

Дементьева Т Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 240 с.

Земская К. А. Рост и половое созревание северокаспийского леща в связи изменением его численности.— Тр. ВНИРО, 1958, т. 34, с. 63—86.

Каневец Д. А., Розов В. Е. Озеро Ханка как рыбохозяйственная единица.— Рыб. хоз-во Дальнего Востока, 1934, № 1/2, с. 71—79.

Крыхтин М. Л. Разумно хозяйствовать на Ханке.— Рыб. пром-сть Дальнего Востока, 1961, № 12, с. 16—21.

Крыхтин М. Л. О периодических колебаниях численности жилых рыб Амура и их причинах.— Вопр. ихтиологии, 1975, т. 15, вып. 5 (94), с 919—922.

Купецкий В. Н Об изменениях климата, ледников и солнечной активности.— Тр. ААНИИ, 1970, т. 294, с. 68—86.

Марковцев В. Г Причины низкой рыбопродуктивности оз. Ханка пути увеличения.— Рыб. хоз-во, 1979, № 1, с. 17—18.

Пробатов С. Н., Пробатов Н. С. Промысел рыбы в оз. Ханка и его перспективы.— Рыб. хоз-во, 1978, № 2, с. 22—24.

УДК 597.0/5—15

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ ОЗ. БАЙКАЛ

Л. А. ВОЛКОВА

Знание поведенческих реакций рыб при питании, защите от хищников, миграциях, нересте и т. д. составляет научную основу, без которой невозможно ведение рационального рыбного хозяйства.

В настоящее время в Советском Союзе и за рубежом на основании изучения поведения рыб, и в частности фотореакции, широкое распространение в промысловом лове получило использование искусственного света для привлечения рыб. Теоретическая сторона привлечения рыб светом отражена в работах П. Г. Борисова [1950, 1955], С. Г. Зуссер [1953], И. В. Никонорова [1963], В. Р. Протасова [1957, 1961а, б, 1968], И. И. Гирсы [1970] и др.

Многие особенности поведения рыб находят проявление прежде всего при биотических взаимоотношениях, из которых наиболее важны пищевые и оборонительные. При этом большую значимость приобретает описанный Б. П. Мантейфелем [1961, 1973] принцип «триотрофа», трехчленной биотической связи, направленной на лучшее добывание пищи и на эффективную защиту от врагов. В свою очередь, биотические связи рассматриваются в неразрывном единстве с абиотическими условиями. Одним из важнейших абиотических факторов внешней среды является свет. Благодаря высокой прозрачности вод Байкала, свет, несомненно, имеет громадное значение в жизни рыб этого уникального озера. Свет создает необходимые условия для существования — возможность ориентироваться в окружающей обстановке, служит сигналом, вызывающим пищевые и оборонительные реакции, и т. д. Освещенность водной среды является мощным регулятором суточного ритма вертикальных миграций пелагических животных. Профессор М. М. Кожов [1947] на основании многолетних наблюдений за жизнью толщи вод Байкала впервые высказал гипотезу о приспособительном значении вертикальных миграций планктонных организмов, рассматривая их как адаптацию к питанию и защите от врагов. Более подробный анализ биологической сущности вертикальных миграций планктона и планктоноядных рыб дан в работах С. Г. Зуссер [1935, 1971] и Б. П. Мантейфеля [1960, 1961].

На Байкале и его бассейне проводятся мероприятия, связанные с проблемой интенсификации рыбного хозяйства и рациональным использованием рыбных ресурсов. Эффективность этих мероприятий будет в значительной степени зависеть от учета различных особенностей поведения рыб. В раскрытии этих особенностей наряду с наблюдениями в природе существенное место занимают экспериментальные исследования.

Задачей наших исследований было изучение некоторых особенностей фотореакции у разных по экологии рыб в онтогенезе, пище-

вых и оборонительных биотических взаимоотношений у рыб в условиях различной освещенности. На Байкале эти вопросы исследовались впервые.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы проводились на водоеме и в Аквариумной на Байкальской биологической станции Научно-исследовательского института биологии при Иркутском университете им. А. А. Жданова в пос. Б. Коты с 1960 г. Изучались разные по экологии виды рыб: пелагические планктофаги — байкальский омуль (Coregonus autumnalis migratorius Georgi) и бычок-желтокрылка (Cottocomephorus grewingki Dyb.); донный бычок песчанная широколобка (Paracottus kessleri Dyb.); придонные бентофаги — байкальский хариус (Thymallus arcticus baicalensis Dyb.); сибирская плотва (Rutilus rutilus lacustris Pallas); сибирский елец (Leuciscus leuciscus baicalensis Dyb.); обыкновенный гольян (Phoxinus phoxinus Linne); типичные хищники — окунь (Perca fluviatilis Linne) и щука (Esox lucius Linne). Большинство исследованных рыб имеет промысловое значение.

Для выяснения поставленных вопросов нам пришлось применить различную методику. Общая характеристика и объем проведенных экспериментов даны в табл. 1.

Эксперименты по изучению реакции рыб на свет проводили в специальной светоизолированной комнате аквариумной в условиях фотоградиента. Использовали стеклянный аквариум размером 3,5 × 0,6 × 0,6 м. Один конец аквариума освещали при помощи камер с лампами накаливания в матовых плафонах, и сила света постепенно уменьшалась к противоположному концу на четыре порядка [Волкова, 1963, 1970].

В опытах использовали рыб, выловленных в Байкале. Молодь омуля и хариуса, вышедшую из икры, выращивали в бассейнах типа пруда [Тонорков, 1963а].

Для изучения отношения к свету рыб при разном состоянии накормленности применяли методику С. Г. Зуссер [1961, 1966]. Наблюдения проводили при дневном освещении, не превышающем 10 лк. Освещенность измеряли с помощью люксметра типа Ю-16. Выясняли отношение к свету сытых и голодных рыб. Одна группа рыб перед опытом питалась до полного насыщения. Другую содержали без пищи, и затем ежедневно проверяли их реакцию на свет в течение 3—5 дней летом и 7—10 дней зимой.

Проверяли отношение к свету рыб, кормящихся только на свету или в темноте.

Для выяснения особенностей поведения рыб у искусственного источника света в водоеме были проведены опыты с молодью желтокрылки в прибрежной зоне открытого Байкала и с молодью окуня и плотвы в Посольском соре. Для привлечения молоди рыб использовали подводные источники света: 6, 12, 24 В лампы в стеклянной водонепроницаемой камере, с питанием от аккумуляторов. Для из-

ТАБЛИЦА 1. Общая характеристика проведенной работы

Ви размер рыб	Характер исследований								
	Реакция рыб на свет		Суточные изменения пищевой и двигательной активности рыб		Пороговая чувствительность зрения рыб	Влияние освещенности на доступность рыбам кормовых организмов	Суточные изменения в стайном поведении рыб		Образование на свету оборонительных рефлексов («обучение») у рыб
							освещение		
	особенности распределения рыб разного состояния накормленности (сытые и голодные) в условиях фотоградиента	особенности поведения рыб у искусственного источника света в водоеме (полевой материал)	круглосуточные опыты	полевой материал			естественное	искусственное	
Байкальский омуль 11—415 мм	1212*(20—100)	1(20)	112(120)	2(100)	130(2—20)	483(2—20)	40(50—1000)	4	80(50)
Бычок-желтокрылка, 6—125 мм	359(20—100)	2(200)	32(240)	2(480)	110(2—20)	227(2—30)	7(10—1000)	2	—
Песчаная широколобка, 23—130 мм	—	—	4(10)	—	30(1—10)	34(2)	—	—	—
Байкальский хариус, 12—280 мм	116(10—20)	—	10(10)	—	30(2—10)	—	8(30—80)	3	—
Сибирская плотва, 45—212 мм	108(10—40)	2(200)	—	—	—	—	5(1000)	5	—
Сибирский елец, 35—174 мм	88(24—40)	—	10(10)	—	—	—	7(100)	6	—
Обыкновенный гольян, 20 112 мм	48(20—30)	—	15(20)	—	20(10)	128(3)	4(500)	3	—
Окунь, 10 250 мм	100(10—30)	10(100)	10(120)	—	—	—	5(10)	1	—
Щука 210—500 мм	66(3—5)	—	—	—	10(1)	16(1)	—		—

Число опытов, ах — число рыб в опыте.

мерения подводной освещенности использовали люксметр типа Ю-16, светофильтр которого был вмонтирован в водонепроницаемую капсулу из органического стекла и металла.

Отмечали состояние накормленности рыб до и после привлечения их светом.

Опыты по суточным изменениям пищевой и двигательной активности разных по экологии видов рыб проводили при естественной смене освещенности на открытой летней аквариумной площадке в бассейнах разного типа. В зависимости от условий опыта корм у рыб всегда был в избытке в течение суточного опыта, или рыб выдерживали перед опытом без пищи, а корм вносили равными порциями через равные промежутки времени в течение суток. В качестве корма для молоди пелагических планктофагов — омуля и желтокрылки — использовали коловраток, молодь дафний, а для рыб, начиная со стадии сеголетка — взрослых дафний, епишуру, гаммарид, отлавливаемых в Байкале. Количество корма, съеденного личинками и мальками рыб в разные часы суток, выражали в процентах. За 100% принимали наибольшее число съеденных организмов в продолжение 30-минутного опыта.

Для старших возрастных групп омуля и других рыб-ихтиофагов в качестве корма использовали личинок и мальков желтокрылки и омуля.

Одновременно проводили наблюдения за двигательной активностью рыб, определяя скорость их движения по секундомеру.

Для характеристики суточного ритма питания рыб в природе использовали общепринятый метод определения общих индексов наполнения желудков в различные часы суток, дополнив его экспериментами по определению скорости переваривания пищи рыбами [Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях, 1961].

Для получения количественных показателей питания рыб в условиях различной освещенности опыты проводили в светоизолированной аквариумной. С молодью омуля и желтокрылки, с гольяном и песчаной широколобкой — в аквариуме размерами 60×40×35 см, который заполняли водой до высоты 15 см, вставляли в него садок соответственно размерам аквариума, сделанный из планктонного газа. Сверху аквариума устанавливали футляр такой же, как и в фотоградиентной установке с источником света. Доступность кормовых организмов для рыб определяли при следующих показателях искусственно созданной освещенности: 1000; 100; 10; 5; 1; 0,5; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 лк и менее, что отмечалось нами как темнота. Перед опытом рыб выдерживали 1—2 суток без пищи. При всех указанных освещенностях рыбам давали различный корм и учитывали съеденное его количество за равные промежутки 15-минутного опыта.

Со старшими возрастными группами омуля, щукой опыты проводили в бассейне диаметром 1 м.

Зрительные возможности исследуемых рыб изучали по методу оптомоторной реакции [Протасов, Алтухов, 1960; Павлов, 1970; Павлов, Сбикин, 1967]. О чувствительности зрения рыб судили по ве-

личине пороговой освещенности, при которой прекращается оптомоторная реакция (при световой адаптации).

Морфологические особенности строения системы органов боковой линии рыб исследовали по методике, применяемой профессором Н. Н. Дислером [1960], и при непосредственной его консультации. Живых рыб окрашивали водным раствором метиленовой сини с последующей зарисовкой органов боковой линии под бинокуляром при помощи рисовального аппарата.

Наблюдения за суточными изменениями в стайном поведении рыб проводили в бассейнах-прудах, бетонных бассейнах диаметром 4 м при естественной смене освещенности и с применением искусственного освещения в светоизолированной аквариумной. В опытах использовали сытых и голодных рыб, наблюдая за формированием их стай в присутствии или в отсутствии кормовых организмов.

В экспериментах по образованию оборонительных условных рефлексов у молоди омуля на основе зрительного контакта использована методика, разработанная в лаборатории И. П. Павлова, примененная на рыбах Е. М. Богомоловой и др. [1958], Т. С. Лещевой [1968, 1970]. Оттуда же заимствованы удобные в работе термины: «артисты» и «зрители».

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ РЫБ НА СВЕТ

Изучению реакции рыб на свет в естественных и экспериментальных условиях уделяется в последнее время много внимания как в нашей стране, так и за рубежом. До 50-х годов реакцию на свет рассматривали с позиции теории тропизмов или фототаксисов [Леб, 1924]. Согласно этой теории, привлечение рыб к свету и его избегание рыбами считалось вынужденным, подобно заводному механизму, управляемому светом. С критикой этой теории выступила С. Г. Зуссер [1953], которая подошла к рассмотрению вопроса о причинах привлечения рыб к свету с биологических позиций учения И. П. Павлова. Подробный критический анализ распространенной среди западных ученых теории фототаксисов был сделан Б. П. Мантейфелем [1960, 1961].

Теория В. Р. Протасова [1961а, 1968] рассматривает привлечение рыб на свет как проявление биологически целесообразной реакции, а зрительную адаптацию, как ее механизм. В. Р. Протасов разделил привлечение рыб на свет на два этапа: биологический (освещенность ниже 10 лк), на котором свет имеет значение естественного сигнала питания, стаеобразования и т. д., и неестественный (с освещенностью выше 10 лк), на котором сильный лучевой свет оказывает привлекающее действие в силу адаптационного механизма зрения. И. И. Гирса [1966, 1970] на основании собственных наблюдений приходит к выводу, что привлечение рыб светом заключается в адаптации, но не только зрения, а всего организма в целом, его нервной системы.

В. Р. Протасов [1968], проанализировал реакцию рыб на свет. Установлено наличие цветового зрения для многих видов костистых

рыб [Протасов, 1957, 1960, 1961а, б, 1968; Протасов, Голубцов, 1960; Протасов, Сбикин, 1970]. К настоящему времени исследованиям на море по изучению реакций рыб на свет и экспериментальным работам в условиях фотоградиента посвящена большая литература и у нас и за рубежом.

Многие виды исследованных рыб изменяют фотореакцию в онтогенезе. По данным Т. И. Привольнева [1956], личинки леща до 20-дневного возраста находились в светлой половине фотоградиентной установки, а в 40-дневном возрасте предпочитали держаться затененной половины. Опыты с окунем показали, что в одно и то же время года рыбы одного вида, но разных возрастов, по-разному реагируют на свет. У взрослого окуня ясно выражена отрицательная реакция на свет, у личинок длиной 8—12 мм — положительная. В опытах И. И. Гирсы, Т. С. Лещевой [1966] светом привлекалась молодь окуня длиной до 21 мм. В условиях фотоградиентного лотка мальки окуня длиной 25—30 мм не проявляли положительной реакции на свет [Гирса, 1969]. Смена фотореакции в онтогенезе отмечена и для многих других пресноводных рыб [Касимов, 1963; Касимов, Маршин, 1965; и др.].

Наиболее детальное и последовательное исследование изменения фотореакции в онтогенезе мы находим в работе Е. А. Бабуриной [1972]. Она проводит сравнительный морфо-экологический обзор формирования глаз в онтогенезе у рыб из нескольких таксономических групп с разной экологией. Изменение фотореакции в онтогенезе рассматривается Е. А. Бабуриной как приспособление к выживанию вида.

У исследованных нами видов рыб положительная реакция на свет наиболее четко выражена на ранних стадиях онтогенеза, когда они по своей экологии связаны с наиболее освещенными участками водоема, и свет для них — необходимое условие жизни [Волкова, 1963, 1967, 1970, 1971а]. Установлено, что омуль проявляет четко выраженную положительную реакцию на свет сразу же после выклева зародыша из оболочки на стадии предличинки (длина 11—12 мм, IX этап) и до месячного возраста (длина 24—25 мм), т. е. на протяжении всего личиночного периода развития (X—XIII этапы развития, по Ж. А. Черняеву, 1968). При всех градиентах освещенности личинки омуля занимают максимально освещенные участки. При этом различий в реакциях на свет у сытых и голодных личинок не обнаружено. По данным И. Г Тонbackwardоркова [1963 б, 1964 а, б], в естественных условиях личинки омуля в этот период обитают днем в наиболее освещенных поверхностных слоях воды мелководных соров и заливов Байкала.

С возрастом у рыб положительная фотореакция изменяется на отрицательную: у молоди омуля — при переходе на мальковый период развития (длина 26—30 мм, XIV этап). Сеголетки на XV этапе развития длиной 55—65 мм проявляют уже резко отрицательную фотореакцию. В естественных условиях в этот период молодь омуля покидает мелководные соры и выходит в более открытые глубоководные участки Байкала.

У желтокрылки, обитающей после выхода из икры в открытых водах Байкала в условиях высокой прозрачности, положительная реакция на свет проявляется в личиночном и в мальковом периодах развития при длине до 35—42 мм. Смена фотореакции с положительной на отрицательную совпадает с отходом молоди желтокрылки в естественных условиях осенью на глубины.

У черного байкальского хариуса молодь проявляет четкую положительную фотореакцию с XI этапа при переходе на полное экзогенное питание и сохраняется на протяжении всего личиночного периода развития (длина личинок 18—26 мм)[1]. Положительная реакция на свет сохраняется и после перехода на I мальковый этап развития (длина 25—40 мм), а со стадии сеголетка длиной 55—65 мм хариус света не боится, но и не привлекается им. В природе в этот период молодь хариуса, скатившаяся из рек, обитает вдоль берегов Байкала в условиях высокой освещенности.

У молоди окуня смена положительной фотореакции на отрицательную происходит также со II малькового этапа развития при длине 36—40 мм.

До настоящего времени не существует единого мнения по вопросу влияния состояния наполнения кишечников на фотореакцию рыб. Некоторые авторы реакцию рыб на подводный искусственный свет оценивают как сигнал для голодных рыб [Зуссер, 1953, 1961, 1966; Сафьянова, Демидов, 1955]. По данным А. А. Ловецкой [1958], реакция на свет у голодной кильки ослаблена. И. И. Гирса [1966] объясняет уход голодных рыб в темноту тем, что темнота для них становится зоной сохранения энергии.

В наших опытах на свет подходила молодь рыб независимо от состояния накормленности. Выклюнувшиеся из икры личинки омуля на стадии свободного эмбриона, еще не питавшиеся, сразу же устремляются на свет. Взрослые сытые и голодные омули в опытах придерживались минимально освещенных участков в световом градиенте. Не наблюдалось положительной реакции на свет у омуля разных возрастных групп при содержании без пищи в течение нескольких дней в разные сезоны года. Поэтому мы более склонны рассматривать положительную фотореакцию рыб на ранних этапах развития и отрицательную на более поздних как врожденную, тесно связанную с экологией вида. При этом у рыб вполне возможна выработка условного рефлекса на свет. У омулей в возрасте 1, 2 и 7 лет, проявляющих отрицательную фотореакцию, мы вырабатывали условный рефлекс движения на свет при их длительном кормлении только на свету [Волкова, 1970].

Опытами установлено, что начальная привлекающая величина освещенности для молоди рыб разных размеров различна. Так, для мальков желтокрылки длиной 20—27 мм она равна 0,1 лк; для мальков длиной 30—32 и 25—42 мм — соответственно 0,01 и 0,001 лк. Начальная привлекающая величина освещенности для молоди ому-

---

[1] Этапы развития байкальского хариуса приводятся по К. И. Мишарину [1942], С. Г. Соину [1963], П. Я. Тугариной [1967].

ля длиной 32—35 мм и хариуса длиной 25—40 мм равна 10^{-4} лк и является, вероятно, пороговой величиной.

С помощью искусственного света в сорах и заливах Байкала можно собирать устойчивые скопления молоди рыб, проявляющей резко выраженную положительную фотореакцию. В прибрежной зоне открытого Байкала в районе Б. Котов с середины июля наблюдается массовый выход личинок желтокрылки. В летний период молодь желтокрылки густыми стаями плавает в поверхностных слоях воды. С наступлением темноты при включении подводной электрической лампы к источнику света сразу привлекаются личинки и мальки желтокрылки размерами от 6 до 35 мм (с середины июля по сентябрь). Уже через 20—30 мин после включения лампы образуется огромное устойчивое скопление молоди рыб, вращающихся по кругу у лампы, которое сохраняется в течение всей ночи до рассвета. У источника света молодь желтокрылки в течение всей ночи не питается, несмотря на присутствие скопления планктонных организмов около лампы [Волкова, 1978]. Аналогичное поведение молоди окуня у искусственного источника света мы наблюдали в Посольском соре. Личинки и мальки окуня до второго малькового этапа развития собираются к свету тем быстрее, чем меньше сила источника света, и наоборот, тем медленнее, чем ярче источник света (1—1,5 ч при 6000 лк).

Вечером молодь рыб начинает привлекаться к источнику света любой интенсивности, когда естественная освещенность поверхностных слоев воды понижается до 0,01 лк. Утром молодь желтокрылки в Байкале и молодь окуня в Посольском соре отходила от лампы при естественной освещенности, которая, как правило, была меньше искусственного источника света в сотни раз.

В освещенную зону благодаря скоплению в ней молоди окуня привлекаются крупные окуни, плотва, елец, гольян и щука. Эти рыбы плавают в разных направлениях в нижних слоях воды. Они не совершают круговых движений у лампы, свободно заходят и выходят из освещенной зоны. Пищевой раздражитель у них доминирует. У отловленных под источником света окуней длиной 78—92,8 мм в желудках были только свежезаглоченные мальки окуня.

Годовалая молодь плотвы в Посольском соре привлекалась в освещенную зону также скоплением в ней кормовых организмов, интенсивно там питалась и, постепенно адаптируясь к свету, образовывала устойчивое скопление у лампы, которое сохранялось в течение всей ночи.

Врожденная положительная реакция на свет у молоди ценных промысловых, а также сорных рыб Байкала с разными сроками нереста этих рыб может найти применение в практике рыбного хозяйства. С помощью искусственного света можно проводить селективный отбор сорных рыб в целях очистки от них естественных соров или вырастных водоемов. Кроме того, искусственный свет можно применять в вырастных хозяйствах для концентрации личинок ценных промысловых рыб Байкала в большие скопления с целью последующего отлова их и перевозки в другие водоемы.

ПИЩЕВЫЕ И ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РЫБ БАЙКАЛА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

(суточная ритмика поведения рыб)

Полевые исследования биологии основной промысловой рыбы Байкала — омуля показали, что раннюю молодь весной интенсивно выедает гольян во время ската из районов нерестилищ и на мелководьях в период нагула. Истребляет ее также окунь, щука, елец, хариус, песчаная широколобка и другие рыбы на местах их совместного обитания [Мишарин, 1942; Краснощеков, 1958; Топорков, 1963а, 1974; Стариков, Топорков, 1965]. В свою очередь, взрослые омули поедают молодь бычка-желтокрылки, песчаной широколобки и других бычков. Почти все рыбы Байкала, донные и пелагические, в том числе такие ценные в промысловом отношении, как белый и черный хариус, осетр, ленок, сиг, питаются молодью желтокрылки [Тугарина, 1958, 1964; Копчина, 1968; Скрябин, 1969]. Взрослые желтокрылки также питаются собственной молодью [Коряков, 1958, 1972].

Чтобы глубже вскрыть сложные пищевые и оборонительные взаимоотношения между рыбами оз. Байкал, установить время и условия контакта между хищниками и их жертвами, необходимо иметь представление об особенностях их поведения на протяжении суток.

В течение суток у всех изученных нами видов рыб наблюдаются периоды усиленного питания и подвижности и периоды затухания или почти полного прекращения пищевой и двигательной активности.

Молодь пелагических планктоноядных рыб — омуля и желтокрылки — интенсивно питается лишь в светлое время суток и прекращает питание в ночные часы. Усиление питания «мирных» планктофагов, как правило, происходит с наступлением сумеречной освещенности (рис. 1). Ритмы пищевой и двигательной активности молоди пелагических рыб — омуля и желтокрылки — с двумя четко выраженными пиками на рассвете и в сумерки, а также их старших возрастных групп, потребляющих эту молодь, совпадают и находятся в соответствии с ритмом вертикальных перемещений основных объектов их питания — рачкового планктона [Кожов, 1947, 1954, 1962, 1963; Волкова, Кожов, 1966].

В разных условиях освещенности поведение и хищника и жертвы соответствует степени развития у них разных рецепторов. Этим в значительной степени определяются особенности оборонительно-пищевых взаимоотношений рыб, от которых зависит суточная ритмика их поведения в условиях изменяющейся освещенности [Мантейфель и др., 1965; Мантейфель, 1973].

Пелагические планктофаги — омуль и желтокрылка — при добывании пищи руководствуются главным образом зрением. Величины освещенности, необходимые для питания этих рыб, закономерно

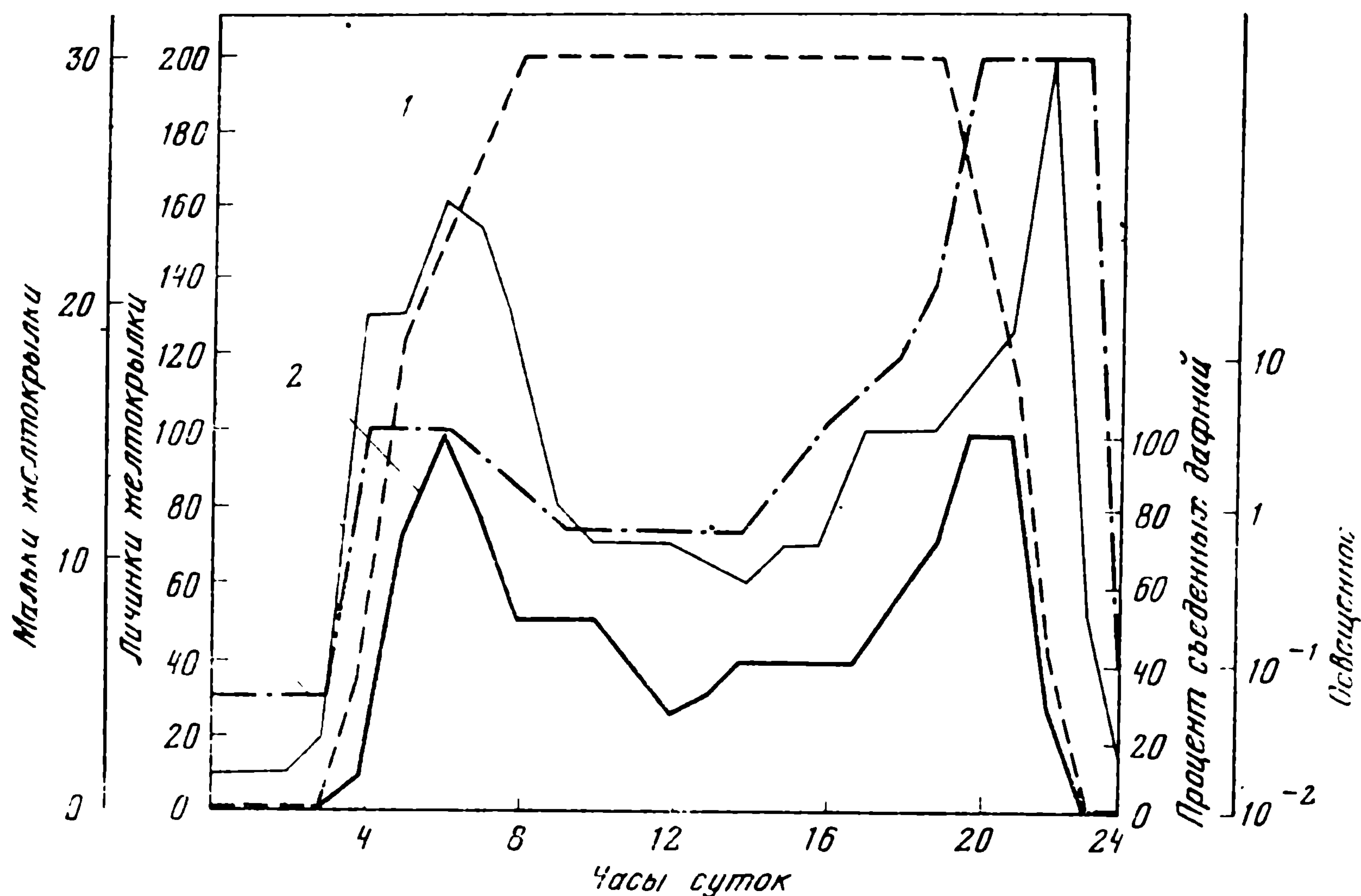


РИС. 1. Суточные изменения интенсивности питания молоди желтокрылки (планктофага) и омуля (ихтиофага), потребляющего эту молодь (июль — август)

1 — освещенность; *2* — интенсивность выедания дафний молодью желтокрылки; *3* — интенсивность выедания личинок желтокрылки длиной 10 мм двумя 2-годовалыми омулями; *4* — интенсивность выедания мальков желтокрылки длиной 25—30 мм двумя 3-годовалыми омулями

уменьшаются с их ростом, т. е. зрительные возможности этих рыб с их ростом увеличиваются [Волкова, 1971б, 1973, 1976а]. Омуль и желтокрылка от ранних личинок длиной соответственно 11—12 и 8—10 мм до мальков месячного возраста (омуль длиной 30—36 мм, желтокрылка — 20—24 мм) с максимальной интенсивностью потребляют планктонные организмы при дневной освещенности не менее 5—10 лк. Ниже этой освещенности наблюдается резкий спад потребления планктона этими рыбами и полное прекращение питания у личинок. Мальки месячного возраста не различают планктонные организмы и не питаются при освещенности менее 0,1 лк. Омуль и желтокрылка с 2-месячного возраста при достижении длины соответственно 55 и 40 мм могут эффективно питаться при дневной освещенности и до 0,1 лк. С величины освещенности 0,1 лк, которую можно назвать критической, наблюдается разкий спад интенсивности потребления кормовых организмов омулем и желтокрылкой всех возрастных групп старше 2-месячного возраста. Выедание кормовых организмов полностью прекращается или устанавливается на минимальной «темновой» величине при освещенности ниже 0,01—0,001 лк для молоди этих рыб 2—3-месячного возраста соответственно. Планктофаги омуль и желтокрылка на стадии сеголетка при питании приобретают признаки взрослых рыб. В 3-месячном возрасте пороговая величина освещенности для питания этих рыб становится постоянной. По мере роста повышается зна-

чимость и других рецепторов. У обоих видов исследуемых рыб-планктофагов на этом этапе развития заканчивается формирование органов боковой линии [Волкова, 1976а]. Однако при добывании пищи боковая линия у омуля не играет существенной роли, что подтверждают опыты по питанию рыб его старших возрастных групп личинками и мальками при разных освещенностях. Наивысшая интенсивность питания у омуля старших возрастных групп личинками и мальками рыб возможна при освещенности выше десятых долей люкса.

В темноте, когда зрительный рецептор выключается, омуль уже со стадии сеголетка при достижении длины 65—70 мм способен питаться рачками Copepoda при достаточно высокой их концентрации (свыше 500 тыс. экз./м^3). При разреженной концентрации омули до 3-летнего возраста преследуют отдельных рачков на свету. С 4-летнего возраста омули только отцеживают планктонные организмы и не питаются, если концентрация старших копеподитных стадий рачков ниже 20 тыс. экз./м^3. Для интенсивного откорма половозрелого омуля требуется концентрация копепод старших возрастов не менее 100 тыс. экз. в 1 м^3 [Волкова, 1972].

В условиях минимальной освещенности и в темноте при питании зоопланктоном омули, вероятно, используют органы вкуса, ощутив корм, попавший в полость рта с током воды при дыхании. Вряд ли можно предполагать более активный способ обнаружения таких мелких планктонных организмов, как Epischura и Cyclops, например, с помощью органов боковой линии. Убеждают нас в этом и визуальные наблюдения за поведением омуля при питании копеподным планктоном. Спокойно плавающие и ритмично дышащие рыбы, попав на скопление планктонных организмов, совершают частые хватательные движения ртом, жаберные крышки их при этом активно приподнимаются, и они уже буквально «прочесывают» толщу воды.

Т. М. Дмитриева на Байкальской биостанции научно-исследовательского института биологии проводит исследования структурно-функциональных особенностей необонятельной хеморецепции рыб Байкала. Обнаружены хорошо развитые органы вкуса у омуля и их совершенствование по мере роста.

В отличие от омуля пелагический желтокрылый бычок в течение жизни берет рачков прицельно при любых концентрациях копепод. Поэтому он лучше приспособлен к потреблению зоопланктона при его малых концентрациях и в большей степени планктофаг, чем омуль. Но сеголетки желтокрылки длиной 40—56 мм, годовалые и половозрелые особи длиной 65—125 мм не могут питаться рачками Epischura уже при освещенности 0,01 лк. Однако они не прекращают питания и в условиях ночной освещенности при наличии более крупных пищевых объектов, таких, как дафнии и собственная молодь, вероятно, используя при этом и боковую линию. Следовательно, с ростом исследуемых пелагических рыб совершенствуются способы их охоты за кормовыми организмами, что, вероятно, следует рассматривать как адаптацию обоих видов рыб к наиболее полному освоению кормовой базы водоема.

Изучение особенностей стайности этих рыб на разных стадиях онтогенеза в условиях изменяющейся освещенности показало, что молодь омуля и желтокрылки наиболее подвержена истреблению хищниками в личиночный период развития [Волкова, 1971б]. В этот период защитная функция стаи личинок понижается при освещенности порядка 10—1 лк. При этой освещенности стаи молоди омуля и желтокрылки распадаются, а пищевая активность половозрелых рыб-потребителей, которые еще продолжают держаться в стаях, наоборот, заметно возрастает. Молодь рыб в короткий промежуток времени вечернего распадения стаи, а также ее утреннего формирования наиболее уязвима. Положительное значение стайности проявляется у мальков омуля и желтокрылки с 1—2-месячного возраста, когда окончательное распадение стай молоди рыб происходит при освещенности 10^{-1} лк и совпадает с началом рассредоточения стай рыб-потребителей. В наиболее полной мере оборонительное значение стайности при защите от хищников проявляется у омуля со стадии 3-месячного сеголетка, когда показатели освещенности при образовании и распадении стаи совпадают с таковыми у их потребителей. В табл. 2 сведены данные по пороговым величинам освещенности для проявления оптомоторной реакции, питания и распадения стай

ТАБЛИЦА 2. Пороговые величины освещенности для проявления оптомоторной реакции, питания и распадения стаи у пелагических планктофагов — омуля и желтокрылки

Возраст рыб	Длина, мм	Пороговая освещенность, лк		
		при оптомоторной реакции	при питании	при распадении стаи
Байкальский омуль				
Выклюнувшиеся личинки	10—11	1	10^{-1}	—
6—7 суток	11—12	1	10	—
14 суток	13—14	10^{-1}	1	10
1 месяц	28—36	10^{-2}	10^{-1}	10^{-1}
2 месяца	55—65	10^{-2}	10^{-2}	10^{-1}
3 месяца	67—76	10^{-3}	10^{-3}	10^{-2}
Половозрелые	310—370	10^{-4}	10^{-3}	10^{-3}
Желтокрылки				
Личинки	6—8	1	10	—
14 суток	8—12	10^{-1}	1	1
1 месяц	20—27	10^{-2}	10^{-1}	10^{-1}
2 месяца	40—48	10^{-2}	10^{-2}	10^{-1}
3 месяца	48—56	10^{-2}	10^{-2}*	10^{-1}—10^{-2}
Половозрелые	53—125	10^{-2}	10^{3}**	10^{-1}—10^{-2}

* При питании епишурой. ** При питании дафниями и личинками своего вида.

у пелагических планктофагов омуля и желтокрылки на разных возрастных этапах. Они показывают, что стаи рыб разных размеров распадаются при разных значениях освещенности и при таких ее величинах, при которых рыбы способны не только различать крупные ориентиры (полосы ширмы оптомоторной установки шириной в 2 см), а, следовательно, и друг друга, но и более мелкие планктонные организмы. Иными словами, распадение стай на ночь, когда рыбы держатся дисперсно и неподвижно, это один из способов защиты от рыб-ихтиофагов, ночных и сумеречно-ночных, а не следствие потери зрительного контакта у рыб. Это ранее отмечалось Б. П. Мантейфелем и др. [1965]. Освещенность — лишь регулятор этого биологического явления, причем, как показали наши наблюдения, разные и определенные ее величины имеют сигнальное значение для питания и оборонительного поведения рыб на разных стадиях онтогенеза.

Указанные особенности поисковых способностей омуля и желтокрылки при питании и особенности стайного поведения, связанные с изменением освещенности, дают представление об оборонительно-пищевых взаимоотношениях типа рыба ⇄ рыбы на протяжении суток в пелагиали Байкала (рис. 2). На рисунке схематично показаны суточные изменения поведения стаи и пищевой активности молоди желтокрылки — типичного планктофага и омуля — ихтиофага, активно истребляющего эту молодь в период ее массового выхода из икры в июле — августе. У омуля в пелагиали хищников практически нет, за исключением нерпы, в питании которой омуль, по данным В. Д. Пастухова [1965], занимает незначительное место.

Согласно нашим наблюдениям, ночью молодь желтокрылки не питается, распределяется в толще воды дисперсно и становится малоподвижной, уменьшая тем самым свою доступность для охотящегося за ней ихтиофага — омуля. Затруднена охота «зрительного» омуля и днем, поскольку желтокрылки держатся в стае. Этим объясняется пониженная пищевая и двигательная активность омуля в дневные часы. Максимум пищевой и двигательной активности омуля приходится на вечерние и утренние сумерки ($10—10^{-1}$ лк), т. е. на начало рассредоточения стай молоди желтокрылок вечером и начала формирования утром, когда их защитная функция значительно понижена. В это время омуль потребляет желтокрылок особенно интенсивно, но до определенного предела. При освещенности порядка 10^{-3} лк зрительный рецептор омуля практически выключается. Однако с наступлением глубоких сумерек омуль (которого по типу питания и двигательной активности следует отнести к сумеречнодневным рыбам) способен переключаться на питание зоопланктоном в верхних слоях воды, где благодаря ежесуточным вертикальным миграциям скапливаются Copepoda в больших концентрациях [Кожов, 1962; Помазкова, 1970; и др.]. Ночью стаи омуля распадаются, рыбы распределяются дисперсно в толще воды, что при отсутствии пресса хищников второго порядка следует рассматривать как отдых рыб, возможно, сон [Зуссер, 1961, 1971].

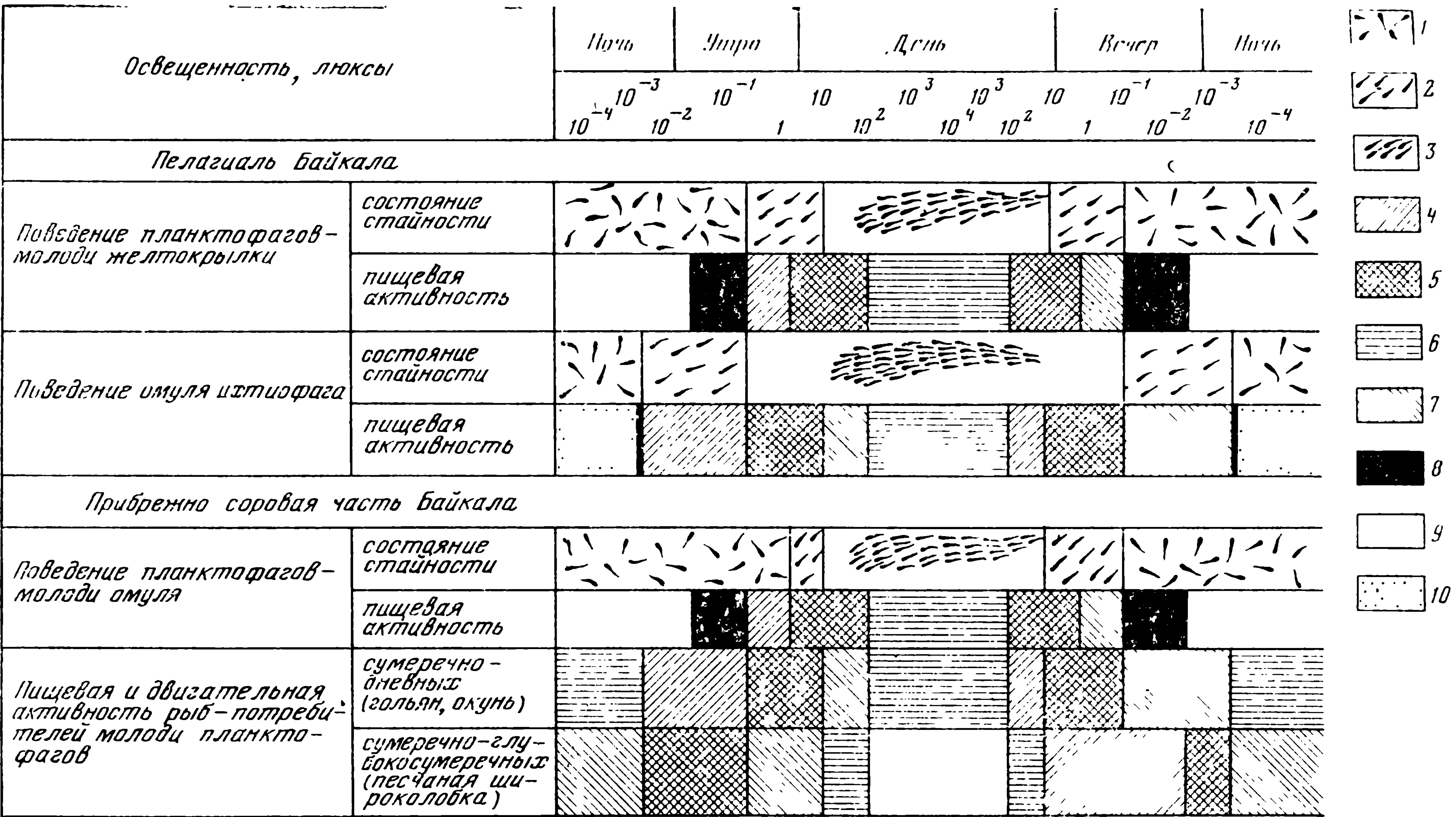


РИС. 2. Схема зависимости оборонительно-пищевых взаимоотношений рыб от изменения освещенности на протяжении суток в пелагиали Байкала и его прибрежно-соровой части

1 — дисперсно; *2* — образование стай утром и распадение вечером; *3* — стая; *4* — начало активного питания; *5* — максимум; *6* — миниму. *7* — уменьшение; *8* — порог; *9* — не питаются; *10* — возможно питание зоопланктоном

Представитель другой экологической группы — донный бычок песчаная широколобка, поедающий личинок желтокрылки, а возможно, и омуля, наоборот, интенсивно питается в глубокосумеречные часы при минимальной освещенности порядка 10^{-2} — 10^{-3} лк. Благодаря хорошо развитой боковой линии песчаная широколобка потенциально имеет полную возможность не прекращать питания в любое время суток. Однако она затаивается на короткий промежуток времени глубокой ночью и прекращает питание днем. Подобное поведение можно объяснить как защитное от типично ночных и дневных хищников. По данным Л. А. Устюжаниной-Гуровой [1971], В. Н. Сорокина [1976], пищей налимов (типично ночных хищников) являлась в основном песчаная широколобка. Днем песчаная широколобка зарывается в песок, так что на уровне песчаного дна остаются лишь глаза на ровной площадке головы, которая со стадии малька приобретает сплющенную форму. Глаза и вся система органов боковой линии песчаной широколобки обращены наверх, что, конечно, не случайно и имеет приспособительное значение для широколобок, ведущих донный образ жизни и получающих таким способом необходимую информацию. По-иному ведут себя в это время их жертвы — молодь омуля и желтокрылки, которая днем держится в плотных стайках, согласованно маневрирующих. Это затрудняет охоту за ними песчаных широколобок, и они ее прекращают (см. рис. 2). Период почти полного прекращения питания и двигательной активности песчаной широколобки в дневное время продолжается летом 15—17 ч (рис. 3).

Экспериментальными данными подтверждается большая роль гольянов в выедании ранней молоди омуля в прибрежно-соровой системе Байкала. Гольян, хорошо использующий при питании зрение наряду с другими рецепторами, особенно интенсивно истребляет молодь омуля с наступлением сумерек при освещенности 10—10^{-1} лк, когда стая молоди омуля теряет свою защитную функцию.

У типичных хищников — окуня и щуки, как известно, хорошо развиты все органы чувств, т. е. они могут питаться практически в любое время суток, в условиях различной освещенности, что и подтверждается нашими экспериментами. Но особенно интенсивно окунь потребляет молодь омуля в короткий промежуток времени — в вечерние и утренние сумерки, как и гольян, приспосабливаясь к ритму своих жертв. При освещенности 10^{-2}—10^{-3} лк окунь обычно прекращает питание. Стаи окуня распадаются, и рыбы пребывают в малоподвижном состоянии, затаиваясь, возможно, от более сильного хищника — крупной щуки, пищевая активность которой, по опытным данным, как раз усиливается при освещенности порядка 10^{-1}—10^{-3} лк.

В комплексе пищевых и оборонительных взаимоотношений в поведении рыб в условиях различной освещенности наряду с врожденным оборонительным приспособлением образование стаи днем и рассредоточение ее на ночь — большое место отводится групповому «обучению» рыб в стаях на свету путем зрительного восприятия [Попов, 1953; Лещева, 1970, 1974]. Как показывают наши экспери-

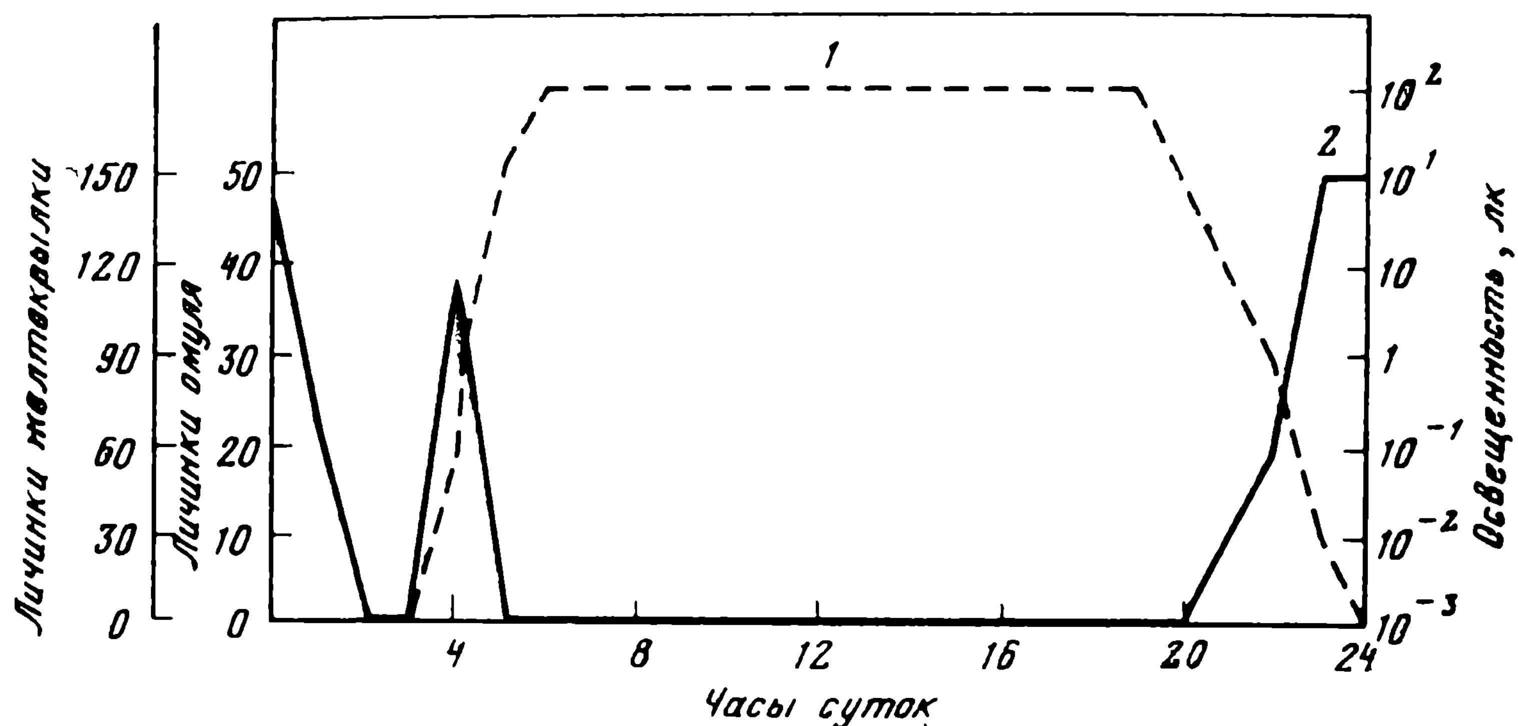


РИС. 3. Интенсивность выедания личинок омуля и желтокрылки 10 песчаными широколобками в разные часы суток (июнь — июль)

1 — освещенность; *2* — интенсивность выедания личинок

менты по «обучению» молоди омуля [Волкова, 1976б], а также литературные данные, в рыбоводной практике необходимо учитывать выработку оборонительных условных рефлексов у молоди ценных промысловых рыб, выращиваемых в искусственных условиях. В частности, у омуля ее необходимо начать с личинок в возрасте 7—8 суток. Выпуск подрощенной молоди омуля в естественные водоемы, где обитает гольян, возможен не ранее XII этапа личиночного периода развития при длине личинок 17—19 мм (двухнедельные личинки в наших опытах). Наиболее благоприятным следует считать выпуск молоди в конце личиночного периода при длине личинок 22—25 мм, когда она становится полностью недоступной для мелких хищников, таких, как гольян, и может успешно спасаться от более крупных благодаря четкому образованию оборонительных условных рефлексов.

ЛИТЕРАТУРА

Бабурина Е. А. Развитие глаз у круглоротых и рыб в связи с экологией. М.: Наука, 1972.

Боголюбова Е. А., Саакян С. А., Козаровицкий Л. Б.— В кн.: Тр. Совещ. по физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1958.

Борисов П. Г Лов рыбы при помощи электрического света. М.: Пищепромиздат, 1950.

Борисов П. Г Поведение рыб под воздействием искусственного света.— В кн.: Тр. Совещ. по вопр. поведения и разведки рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1955.

Волкова Л. А. Материалы к биологии молоди байкальского омуля.— Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1963, т. 13.

Волкова Л. А. О реакциях на свет Coregonus autumnalis migratorius (Georgy) байкальского омуля и Cottocomephorus grewingki (Dyb.) — бычка-желтокрылки и способность к цветовому восприятию.— Вопр. ихтиологии, 1967, т. 7, вып. 2 (43).

Волкова Л. А. О поведении планктоноядных рыб оз. Байкал в разных условиях освещенности в зависимости от состояния накормленности.— Вопр. ихтиологии, 1970, т. 10, вып. 1 (60).

Волкова Л. А. Поведение некоторых рыб Байкала в условиях различной освещенности.— Изв. Биол.-географ. науч.-исслед. ин-та при ИГУ, 1971а, т. 25.

Волкова Л. А. Суточные изменения в стайном поведении некоторых видов байкальских рыб.— Вопр. ихтиологии, 1971б, т. 11, вып. 4 (69).
Волкова Л. А. Некоторые данные о способах питания рыб — планктофагов оз. Байкал при различных концентрациях планктона.— В кн.: Рыбохозяйственное освоение водоемов Сибири. Иркутск, 1972.
Волкова Л. А. Влияние освещенности на доступность кормовых организмов некоторым рыбам оз. Байкал.— Вопр. ихтиологии, 1973, т. 13, вып. 4 (81).
Волкова Л. А. Некоторые функциональные особенности зрения и морфологические особенности системы органов боковой линии байкальских рыб.— В кн.: Новые материалы по фауне и флоре Байкала. Иркутск, 1976а.
Волкова Л. А. Роль стай в образовании оборонительных рефлексов у молоди байкальского омуля Coregonus autumnalis migrotorius (Georgi).— Вопр. ихтиологии, 1976б. т. 16, вып. 3 (98).
Волкова Л. А. Особенности привлечения молоди рыб Байкала на искусственный свет в водоеме.— В кн.: Экологические исследования водоемов Сибири. Иркутск, 1978.
Волкова Л. А., Кожов М. М. О поведении некоторых рыб оз. Байкал.— Вопр. ихтиологии, 1966, т. 6, вып. 1 (38).
Гирса И. И. Поведение некоторых рыб в условиях фотоградиента.— Вопр. ихтиологии, 1966, т. 6, вып. 1 (38).
Гирса И. И. Фотореакция некоторых пресноводных рыб в онтогенезе и в разном физиологическом состоянии.— Вопр. ихтиологии, 1969, т. 9, вып. 1 (54).
Гирса И. И. Биологические основы привлечения рыб на свет.— В кн.: Биологические основы управления поведением рыб. М.: Наука, 1970.
Гирса И. И., Лещева Т. С. Особенности подхода молоди пресноводных рыб к источнику искусственного света.— Зоол. журн., 1966, т. 14.
Дислер Н. Н. Органы чувств системы боковой линии и их значение в поведении рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
Зуссер С. Г. Критика применения теории тропизмов в изучении поведения рыб.— Журн. общ. биол., 1953, т. 14, № 2.
Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции планктоноядных рыб.— Тр. ВНИРО, 1961, т. 44.
Зуссер С. Г Реакция ставриды на свет в зависимости от степени ее накормленности.— Тр. ВНИРО, 1966, т. 60.
Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции морских планктоноядных рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1971.
Касимов Р. Ю. Изменение отношения к свету и температуре у некоторых видов Куринских осетровых в раннем онтогенезе.— В кн.: Осетровое хозяйство в водоемах СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
Касимов Р. Ю., Маршин В. Г О развитии реакции на световые раздражители в раннем онтогенезе у некоторых видов осетровых рыб и их гибридов.— В кн.: Физиология и патология высшей нервной деятельности: Науч. сообщ. 1965, вып. 3.
Кожов М. М. Животный мир озера Байкал. Иркутск: ОГИЗ, 1947.
Кожов М. М. Вертикальное распределение планктона и планктоноядных рыб оз. Байкал.— Вопр. ихтиологии, 1954, вып. 2.
Кожов М. М. Биология озера Байкал. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
Кожов М. М. О суточных ритмах в поведении пелагических животных оз. Байкал.— Изв. СО АН СССР Сер. биол.-мед. наук, 1963, т. 12, № 3.
Кончина Ю. В. Питание сигов и хариусов в районе Ушканьих островов оз. Байкал.— Вопр. ихтиологии, 1968, т. 8, вып. 3 (50).
Коряков Е. А. Бычкообразные рыбы Байкала.— В кн.: Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал. Иркутск, 1958.
Коряков Е. А. Пелагические бычковые Байкала. М.: Наука, 1972.
Краснощеков С. И. О биологии молоди байкальского омуля.— Науч.-техн. бюл. ВНИОРХ, 1958, № 6/7.
Леб Ж. Вынужденные движения, тропизмы и поведение животных/Пер. с англ. М., 1924.
Лещева Т. С. Образование оборонительных рефлексов при подражании у личинок плотвы (Rutilus rutilus L.).— Вопр. ихтиологии, 1968, т 8, вып. 6 (53).

Лещева Т. С. Образование оборонительного рефлекса у молоди рыб.— В кн.: Тез. Молодеж. научн. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. В. И. Ленина. М.: ИЭМЭЖ АН СССР им. А. Н. Северцева, 1970.

Лещева Т. С. Особенности образования оборонительных реакций на хищника у молоди стайных рыб.— В кн.: Экологические и эволюционные аспекты поведения животных. М.: Наука, 1974.

Ловецкая А. А. О реакции кильки на свет.— В кн.: Тр. Совещ. по физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1958.

Мантейфель Б. П. Вертикальные миграции морских организмов: I. Вертикальные миграции кормового зоопланктона.— Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР, 1960, вып. 13.

Мантейфель Б. П. Вертикальные миграции морских организмов: II. Об адаптивном значении вертикальных миграций рыб — планктофагов.— Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР, 1961, вып. 39.

√ *Мантейфель Б. П.* Трофология и поведение гидробионтов.— В кн.: Трофология водных животных. М.: Наука, 1973.

Мантейфель Б. П., Гирса И. И., Лещева С. С., Павлов Д. С. Влияние изменяющейся освещенности на образование и распределение стай у рыб.— В кн.: Питание хищных рыб и их взаимоотношение с кормовыми организмами. М.: Наука, 1965.

Мишарин К. И. К биологии икры и молоди некоторых промысловых рыб оз. Байкал и реки Ангары.— Тр. Вост.-Сиб. ун-та, 1942, т. 2, вып. 3. Биология.

Никоноров И. В. Лов рыбы на свет. М.: Рыб. хоз-во, 1963.

Павлов Д. С. Оптомоторная реакция и особенности ориентации рыб в потоке воды. М.: Наука, 1970.

Павлов Д. С., Сбикин Ю. Н. Изучение спектральной и пороговой чувствительности зрения рыб методом оптомоторной реакции.— В кн.: Поведение и рецепции рыб. М.: Наука, 1967.

Пастухов В. Д. Питание байкальского тюленя.— В кн.: Лимнологические исследования Байкала и некоторых озер Монголии. (Тр. Лимнол. ин-та СО АН СССР; Т. 6 (26)).

Помазкова Г. И. Зоопланктон оз. Байкал: Дис. канд. биол. наук. Иркутск, 1970.

Попов Г В. Материалы к изучению оборонительных условных рефлексов у мальков рыб.— Журн. высш. перв. деятельности, 1950, т. 3, вып. 5.

Привольнев Т. И. Реакция рыб на свет.— Вопр. ихтиологии, 1956, вып. 6.

Протасов В. Р. Реакция некоторых черноморских рыб на свет.— Вопр. ихтиологии, 1957, вып. 9.

Протасов В. Р. Некоторые функциональные особенности сетчатки глаз 9 видов рыб Баренцова моря.— Вопр. ихтиологии, 1960, вып. 14.

Протасов В. Р. О реакциях рыб на свет в связи с особенностями их световосприятия.— Вопр. ихтиологии, 1961а, т. 1, вып. 3.

Протасов В. Р. Некоторые функциональные особенности зрения и их биологическое значение в жизни 8 видов рыб Черного моря.— Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР, 1961б, вып. 39.

Протасов В. Р. Зрение и ближняя ориентация рыб. М.: Наука, 1968.

Протасов В. Р., Алтухов Ю. П. Исследования зрительно-двигательных безусловных рефлексов некоторых рыб (оптомоторные реакции).— Тр. Карадаг. биол. станции, 1960, вып. 16.

Протасов В. Р., Голубцов К. П. Некоторые функциональные особенности глаза трески и керчака.— Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР, 1960, вып. 13.

Протасов В. Р., Сбикин Ю. Н. Морфологические и функциональные особенности зрения рыб.— В кн.: Биологические основы управления поведением рыб. М.: Наука, 1970.

Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. М.: Изд-во АН СССР, 1961.

Сафьянова Т. Е., Демидов В. Ф. Отношение черноморской хамсы к искусственному свету в период размножения и нагула.— Тр. АзЧерНИРО, 1955; вып. 16.

Скрябин А. Г Биология байкальских сигов. М.: Наука, 1969.
Соин С. Г О размножении и развитии черного байкальского хариуса (Thymallus arcticus baicalensis Dybowski).— Зоол. журн., 1963, т. 42, вып. 12.
Сорокин В. Н. Налим оз. Байкал. Новосибирск: Наука, 1976.
Стариков Н С., Топорков Н. Г К биологии обыкновенного гольяна Большой речки.— Изв. Биол.-географ. науч.-исслед. ин-та при ИГУ, 1965, т. 18, вып. 1/2.
Топорков Н. Г. Биология молоди байкальского омуля.— Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1963б, т. 13.
Топорков Н. Г Выращивание молоди байкальского омуля различными методами.— В кн.: Краткие сообщения о научно-исследовательских работах за 1961 г. Иркутск, 1963а.
Топорков Н. Г Рост и распределение молоди омуля на Селенгинском мелководье летом 1962 г.— В кн.: Сборник кратких сообщений и докладов о научной работе по биологии и почвоведению. Иркутск, 1964а.
Топорков Н. Г Рост и распределение молоди омуля в Посольском соре в июне—июле 1962 г.— Там же, 1964б.
Топорков И. Г. Биология молоди байкальского омуля: Автореф. дис. канд. биол. наук. Иркутск, 1974.
Тугарина П. Я. Байкальские хариусы.— В кн.: Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал. Иркутск, 1958.
Тугарина П. Я. О питании белого байкальского хариуса Thymallus arcticus baicalensis brevipinnis Sv.— Вопр. ихтиологии, 1964, т. 4, вып. 4 (33).
Тугарина П. Я. Питание и рост молоди черного хариуса (Thymallus arcticus baicalensis Dyb.) и ленка (Brachymystax lenok (Pall.)) в южных притоках Байкала.— Вопр. ихтиологии, 1967, т. 7, вып. 4 (45).
✓ *Устюжанина-Гурова Л. А.* Питание и пищевые взаимоотношения бентосоядных рыб.— Тр. Лимнол. ин-та СО АН СССР, 1971, т. 12 (32).
Черняев Ж. А. Эмбриональное развитие байкальского омуля. М.: Наука, 1968.

УДК 597

ПЛОДОВИТОСТЬ РЫБ КАК ПОПУЛЯЦИОННОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Б. Г. ИОГАНЗЕН, В. В. КАФАНОВА, А. П. ПЕТЛИНА

Плодовитость организмов издавна привлекала внимание ученых. Еще Аристотель писал: «...множество рожденных зачатков погибает. Поэтому-то род рыб отличается плодовитостью: ведь природа большим количеством возмещает гибель» [Аристотель, 1940].

Ч. Дарвин исходил из положения: «Так как производится более особей, чем может выжить, в каждом случае должна происходить борьба или между особями того же вида, или между особями различных видов, или с физическими условиями жизни» [Дарвин, 1937]. Положив в основу своей теории геометрическую прогрессию размножения, далее Ч. Дарвин оговаривается: «Но настоящее значение многочисленности яиц или семян заключается в том, чтобы покрывать значительную их убыль, вызываемую истреблением в каком-нибудь периоде их жизни, а этот период в большей части случаев бывает очень ранний. ...Значит, во всех случаях среднее число животных или растений только косвенно зависит от числа яиц или семян» [Дарвин, 1937].

Плодовитость рыб, колеблющаяся в пределах от сотни яиц у колюшки до 300 млн. икринок у луны-рыбы, подверженная изменениям под влиянием различных внутренних и внешних факторов, привлекала и привлекает особое внимание исследователей. Можно сказать, что плодовитость рыб и ее динамика изучены лучше, чем многих других групп организмов.

Плодовитость представляет собой одно из важнейших экологических явлений, входящих в понятие «биология размножения» и обусловливающих существование популяций, развитие видов, формирование биоценозов. Явление плодовитости весьма сложно и трудно дать его однозначное определение. Поэтому в некоторых солидных руководствах по экологии, например Ю. Одума [1975], явление плодовитости игнорируется.

Глубоко исследовали плодовитость и ее роль в динамике населения С. А. Северцов [1941], Г. В. Никольский [1974а, б] и др. Обобщив способы выражения плодовитости рыб, применявшиеся разными учеными, Б. Г. Иоганзен [1950а, 1955а] предложил их общую классификацию, принятую Л. Е. Анохиной [1969] и другими исследователями.

В настоящее время различают индивидуальную плодовитость (количество яиц или мальков, приносимых самкой за один сезон размножения), популяционную плодовитость (количество яиц или мальков, даваемое популяцией, которое может колебаться в зависимости от соотношения полов, возрастного состава производителей и т. п.) и видовую плодовитость (количество потомства, приносимого особью за всю ее жизнь).

Индивидуальная, популяционная и видовая плодовитость может выражаться в абсолютных цифрах и относительных показателях.

Б. Г. Иоганзен, Д. С. Загороднева [1950] подробно проанализировали показатели плодовитости сибирского ельца и факторы, ее определяющие. Б. Г. Иоганзен, А. Н. Петкевич [1958] рассмотрели плодовитость промысловых рыб Западной Сибири. А. Н. Гундризер [1968] предложил новый способ определения популяционной плодовитости.

Литература, рассматривающая разные аспекты плодовитости рыб, довольно богата. Ее обзор не входит в наши задачи.

Существуют две точки зрения на значение плодовитости в природе: формальная и экологическая. Согласно формальной концепции, плодовитость ведет к перенаселенности, а последняя — к внутривидовой конкуренции (согласно этой точке зрения необъяснима различная величина плодовитости у особей разных видов, изменение плодовитости с возрастом производителей, колебания плодовитости в разных популяциях и т. п.).

Представления относительно плодовитости как источнике геометрической прогрессии размножения, ведущей к перенаселенности и вытекающей из нее борьбы за существование, являются еще весьма популярными, хотя давно показана их фактическая несостоятельность. Геометрическая прогрессия размножения существует лишь как возможность, реализующаяся крайне редко (например, в пер-

вые годы интродукции какой-либо рыбы в безрыбный водоем и т. п.). Перенаселенность может иметь место лишь временно, в случае недостатка пищи. Чаще же в природных условиях наблюдается недонаселенность местообитаний, открывающая широкие возможности для акклиматизационных мероприятий.

Еще в 1860 г. А. Н. Бекетов показал прямую зависимость плодовитости от истребления. В этом истинный смысл большого количества яиц и семян. Ч. Дарвин в своей теории исходил из противоположного предположения — существования перенаселенности с вытекающей из нее внутривидовой конкуренцией. Подлинная сущность мальтузианства и заключается в том, что плодовитость является источником бедствий для вида. На самом же деле плодовитость представляет собой одно из ведущих приспособлений вида, выработавшихся в процессе естественного отбора и обеспечивающих его существование.

Экологическая концепция рассматривает плодовитость как приспособление к выживанию. Уровень плодовитости соответствует уровню гибели потомства популяции, что закрепляется в процессе эволюции.

Перейдем к рассмотрению фактического материала.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ПЛОДОВИТОСТЬ (ИП)

ИП рыб — количество икринок, выметываемое самкой за один нерестовый период. При недостатке этого количества икры для существования популяции у некоторых рыб возникает порционное икрометание, повышающее ИП в 2—3 раза (лещ).

ИП может выражаться в абсолютных (ИАП) или относительных (ИОП) цифрах и особых показателях (ПИП).

Многими исследователями показано, что, как правило, ИАП увеличивается с возрастом, массой и длиной рыб.

Однако у разных популяций рыб одного вида средняя ИАП может существенно различаться.

Например, популяции литофильной сибирской ряпушки с полицикличным и единовременным икрометанием имеют [Иоганзен, Загороднева, 1950]:

Ряпушка	Средний вес, г	Средняя ИАП
Тазовская	124	9 000
Обская	103	11 100
Новопортовская	85	800

У сибирского ельца, по данным В. В. Кафановой [1954], фитофильная форма (ср. ИАП 8270) обладает более высокой плодовитостью, чем литофильная (ср. ИАП 6130).

Высокая ИАП (например, у сибирского осетра — до 0,7 млн. икринок) свидетельствует не о напряженности внутривидовых отношений, а о низкой выживаемости на протяжении длительного онтогенеза. Отдельные популяции сигов, карповых, окуневых и других

рыб Сибири в различных водоемах заметно различаются по показателям плодовитости в связи с влиянием условий жизни.

Например, горбуша, характеризующаяся моноцикличным единовременным нерестом в разные годы и в разных реках, имела ИАП в пределах 374—2732 икринок, в среднем 1579 [Иоганзен, 1955б].

При возникновении временной перенаселенности того или иного вида рыб в замкнутом водоеме наблюдается ухудшение темпа роста, задержка полового развития и снижение плодовитости. Такие данные, например, имеются по золотистому карасю — фитофильной рыбе с полицикличным и порционным икрометанием. Во многих озерах Западной Сибири его ИАП колеблется от 25 до 185 тыс. икринок. В прудах же, где карась плохо растет и имеет карликовые размеры, ИАП не превышает 10—15 тыс. икринок.

Разрежение популяции рыб ведет к ускорению роста, раннему наступлению половой зрелости и повышению плодовитости. Если в пруду, населенном карасем, начать систематический отлов рыбы или пустить в него щуку, то уже через несколько лет вместе с увеличением размера рыб будет наблюдаться и возрастание их ИАП.

Аналогичную картину имеет и «эффект акклиматизации» в начальный период формирования популяции пеляди или другого акклиматизанта в новом местообитании. Такая картина наблюдалась в разных районах страны.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ПЛОДОВИТОСТЬ (ПП)

ПП — количество икринок, которое дает популяция в конкретных условиях местообитания. На величине ПП отражаются соотношение полов (при преобладании самок ПП увеличивается), возрастной состав стада (при преобладании повторно мечущих самок ПП увечивается) и другие факторы.

Существуют разные способы выражения ПП — Ивлева, Иоганзена, Гундризера. Проще всего оценивать ПП по количеству икринок у 100 особей популяции (без разбора по полу и возрасту).

Как показала В. В. Кафанова [1953, 1954], у ельца бассейна р. Оби различия в ПП зашли так далеко, что представляется возможным говорить о наличии у него фитофильной и литофильной форм.

В. В. Кафанова выяснила, что повышенная плодовитость фитофильного ельца из р. Аленки сравнительно с одновозрастным из устья р. Томи объясняется не только его более крупными размерами, но имеет и экологическое значение. Сопоставление плодовитости двух форм ельца по группам одинакового веса также показывает большее число икринок у рыб, мечущих на сорах, как это видно из следующих цифр изменения ИАП с увеличением массы без внутренностей.

Елец	20—30	—40	—50	—60	—70
Литофильный	2471	3453	4377	5199	5794
Фитофильный	2889	3556	6198	8967	7943

ВИДОВАЯ ПЛОДОВИТОСТЬ (ВП)

Видовую плодовитость можно выразить в абсолютных (ВАП) и относительных цифрах (ВОП) или через специальный показатель (ПВП), который, по С. А. Северцову [1941], связывает количество потомства (r), возраст наступления половой зрелости (j), период между двумя сезонами размножения (p) и соотношение числа самок и самцов (S). Формула $\text{ПВП} = r \frac{1}{P_j S}$.

В качестве примера приведем ПВП нескольких видов рыб ($S = 1$):

	r	j	p	ПВП		r	j	p	ПВП
Белуга	2 400 000	16—20	5	1,2	Лещь	250 000	3—5	1	22,4
Севрюга	200 000	10	3	1,5	Уклея	5 000	2—3	1	30,2
Стерлядь	25 000	3—4	2	4,2	Ряпушка	2 000	1—3	1	44,7
Сиг	40 000	4—6	1	8,3	Окунь	150 000	2—3	1	117 6
Язь	80 000	3—5	1	16,8	Ерш	14 000	2	1	118,3

Как видно, у рыб с длительным жизненным циклом ИАП значительно выше, чем у скороспелых. Последние даже при низкой ИАП (ерш, ряпушка, уклея) обладают быстрым темпом воспроизводства стада, что и проявляется в высоком ПВП.

По величине ПВП рыбы могут быть разбиты на три группы:

I. 1—10	II. 10—50	III. 50—210
Белуга (1,2)	Щука (15,6)	Налим (100,0)
Севрюга (1,5)	Язь (16,8)	Окунь (117,6)
Сибирский осетр (1,5)	Карась (21,2)	Ерш (118,3)
Нельма (2,5)	Линь (23,4)	Тугун (207,0)
Муксун (3,2)	Судак (23,4)	
Стерлядь (4,2)	Карп (27,8)	
Сибирский сиг (5,4)	Уклея (30,2)	
Кета (7,1)	Ряпушка (44,7)	
Лудога (8,3)		

Анализируя данные, связанные с ПВП по С. А. Северцову, П. А. Дрягин [1952] заключает, что «наименьшие показатели ПВП наблюдаются у видов, подвергающихся слабой межвидовой конкуренции и ничтожному воздействию хищников (осетр, стерлядь), а также у хищных рыб (нельма, щука), за исключением налима, и, наоборот, наибольшие показатели у видов, испытывающих острую межвидовую конкуренцию и сильное преследование хищников (тугун и др.)».

Обратное (до некоторой степени) соотношение величины ИАП и ПВП имеет важное практическое значение, хотя оно не всегда достаточно учитывается при исследованиях динамики численности рыб, прогнозах роста стада, определении масштаба посадки и рыбоводно-акклиматизационных работ и т. п.

Можно считать доказанным, что при анализе явлений, связанных с влиянием плодовитости на пополнение и численность популяции, нельзя ограничиваться данными (как это часто делается) о количестве икринок, т. е. величиной ИАП, но нужно рассмотреть в связи с ними и другие показатели жизненного цикла рыбы, имеющие приспособительное значение для вида и находящие выражение в ПВП.

До сих пор не решен вопрос о научном определении величины посадки при рыбоводно-интродукционных работах. На практике этот вопрос нередко решается исходя из величины ИАП, причем «плодовитых» рыб выпускают меньше, а «малоплодовитых» больше, что нередко приводит к грубым ошибкам. Б. Г. Иоганзен [1950б] показал, что при определении масштаба посадки следует опираться на ПВП, введя его в специальную формулу. По Западной Сибири установлено [Иоганзен, Петкевич, 1951], что посадки новых видов рыб, величина которых соответствовала расчету по интродукционной формуле Иоганзена, была выше, увенчалась положительным биологическим (акклиматизация) и хозяйственным (натурализация) результатом. В тех же случаях, когда посадка была ниже расчетной, результат, как правило, оказывался отрицательным.

Неправильно ведется также расчет ущерба рыбному хозяйству в случаях гибели рыб от загрязнения водоемов, когда учитывается не только погибшая рыба, но и ее возможное потомство. Расчет основан на ошибочном положении, будто гибель высокоплодовитых рыб является для народного хозяйства более убыточной, чем рыб с низкой ИАП. Следовало бы в этих расчетах заменить показатели ИАП на ПВП как биологически более обоснованные. Как видим, исследования плодовитости касаются не только важных теоретических вопросов биологии, но имеют большое практическое значение для рыбного хозяйства.

Плодовитость — одно из весьма лабильных свойств популяции, которым она отвечает на изменение условий существования.

ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОДОВИТОСТИ ОТ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Нами исследовались две популяции сибирского ельца: литофильная (из устья р. Томи) и фитофильная (из р. Аленки — притока р. Оби). По своим биологическим показателям сибирский елец из двух указанных популяций различается между собой. При этом, учитывая возрастной состав, длину и массу рыбы, отмечаем, что елец из р. Аленки по указанным выше признакам характеризуется большими величинами по сравнению с таковыми у ельца из устья р. Томи. Так, популяция ельца из устья р. Томи представлена особями со средней длиной тела 167,0 мм, массой 50,7 г и возрастной структурой перестующих особей 2+ — 7+ лет, тогда как у ельца из р. Аленки эти показатели соответственно равны 170 мм, 58,0 г и возраст особей — 2+ — 6+ лет. Основу же уловов в обоих популяциях составляли особи в возрасте 3+ лет (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Биологические показатели сибирского ельца разных популяций

Река	Возраст, лет	Средняя		Доля самок в уловах, %	Плодовитость, тыс. икринок		n
		длина тела l, мм	масса Q, г		ИАП	ПП	
Томь (устье)	2+—7 (3)	167,0	50,7	14,5	0,567—22,3 6,13±0,54	541,1	70
Алешка (приток Оби)	2+—6 (3)	170,0	58,0	27,9	1,41—20,6 8,27±0,90 t 2,14 $p \leqslant 0{,}05$	851,0	42

Установлено также, что большие колебания индивидуальной абсолютной плодовитости (567—22 368 икринок) наблюдаются у ельца из устья Томи, однако в среднем абсолютная плодовитость у ельца этой популяции несколько меньше, чем в другой популяции. Так, индивидуальная абсолютная плодовитость ельца из устья р. Томи составляет в среднем 6130 икринок, тогда как у ельца из р. Алешки она возрастает до 8270 икринок. Различия проявляются также между популяциями, если анализировать изменение абсолютной плодовитости по возрастным или размерным группам (табл. 2).

Различия между популяциями ельца проявляются и в экологии размножения. Так, у ельца из устья р. Томи нерест проходит в конце апреля — начале мая на течении и на глубине 6—8 м. Икра приклеивается на дне к гальке, где и происходит ее развитие. Врагов в придонном слое меньше, гибель икры и молоди меньше, отсюда и меньшая плодовитость. У ельца из р. Алешки нерест проходит несколько позднее (в середине — конце мая), икра откладывается на прошлогоднюю растительность в прибрежных участках на глубине от 20 см до 1 м. Врагов в данных условиях больше, больше и гибель и как следствие этого выше плодовитость. Абсолютная плодовитость ельца из устья рек Томи и Алешки достоверно ($P \leqslant 0{,}05$) различается между собой.

Установлено, что наиболее информативными приспособительными показателями плодовитости являются популяционная плодовитость и воспроизводительная способность популяций. Для оценки приспособительности плодовитости у вида, взятого из различных точек его ареала, нами применялся корреляционно-регрессионный анализ исследования [Вольскис, Каминскене, 1976; Терентьев, Ростова, 1977; Рокицкий, 1967; Айвазян, 1968; Правдин, 1966]. Специфичность популяций сибирского ельца хорошо отражают исследования зависимости плодовитости от длины, массы и возраста рыбы. Абсолютная плодовитость сибирского ельца находится в сильной корреляционной зависимости от массы, длины тела и возраста рыбы. Но эта сопряженность у ельца разных популяций проявляется неравно-

ТАБЛИЦА 2. Плодовитость ельца разных популяций по возрастным группам

Река	Абсолютная плодовитость, тыс. икринок. Возраст, лет					
	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Томь (устье)	567—4296 / 2480	1647—4503 / 3020	1851—13535 / 7500	2165—14124 / 8370	6600—21660 / 9150	2016—22366 / 11 650
Аленка (приток Оби)	1407—1674 / 1541	2230—7478 / 4099	5208—12018 / 7750	9500	21 607	—

Примечание. Числитель — колебания, знаменатель — средние значения признака.

ТАБЛИЦА 3. Зависимость плодовитости сибирского ельца от длины, массы и возраста

Река	Коэффициент корреляции			Регрессия			
	Q,	l, см	t	r/Q	r/l	r/t	
Томь (устье)	0,87	0,83	0,94	$y = 2,13+0,07x$	$y = -5,47+0,77x$	$y = -1,17+1,81x$	70
Аленка (приток Оби)	0,98	0,87	0,87	$y = 0,25+0,11x$	$y = -24,0+1,6x$	$y = -16,8+5,93x$	42
				$t = 0,3$	$t = 3,94$	$t = 3,8$	

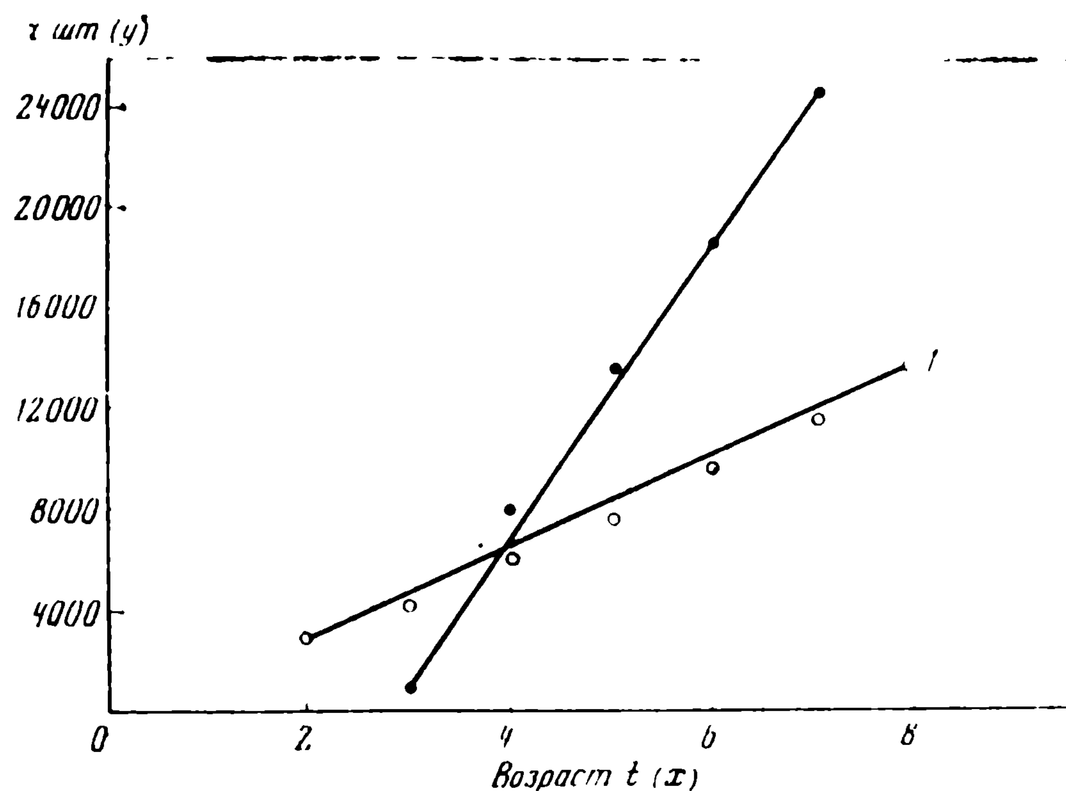


РИС. 1. Линия регрессии, показывающая зависимость плодовитости $r(y)$ от возраста $t(x)$ у ельца различных популяций

1 — р. Томь (устье); 2 — р. Аленка

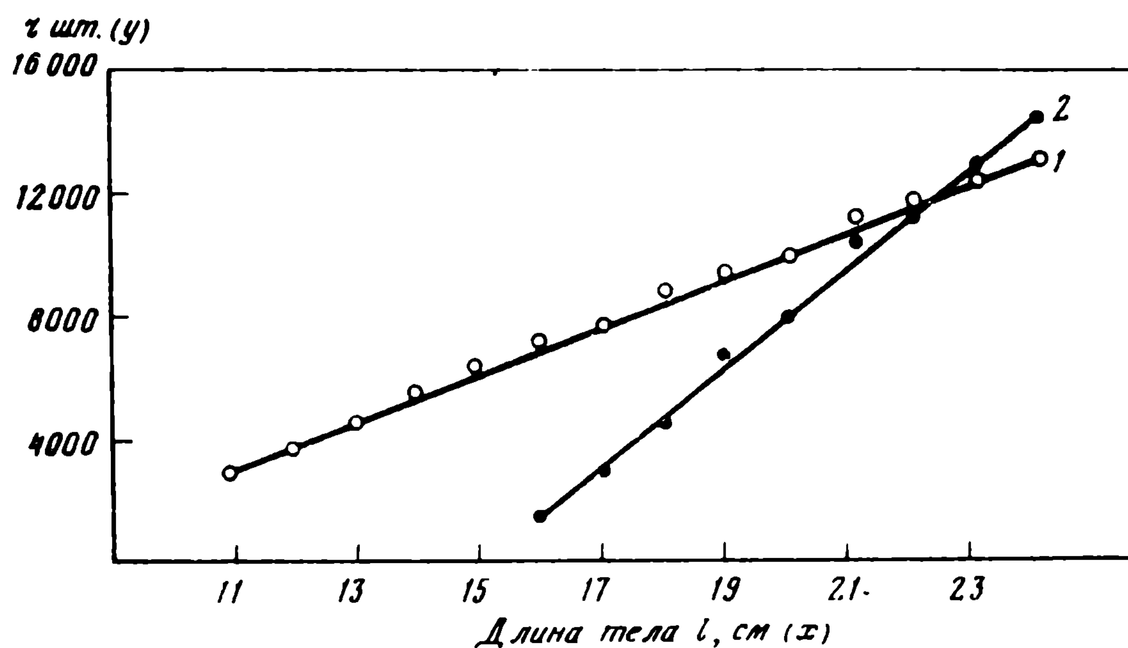


РИС. 2. Линия регрессии, показывающая зависимость плодовитости $r(y)$ от длины тела $l(x)$ у ельца различных популяций

Условные обозначения те же, что и на рис. 1.

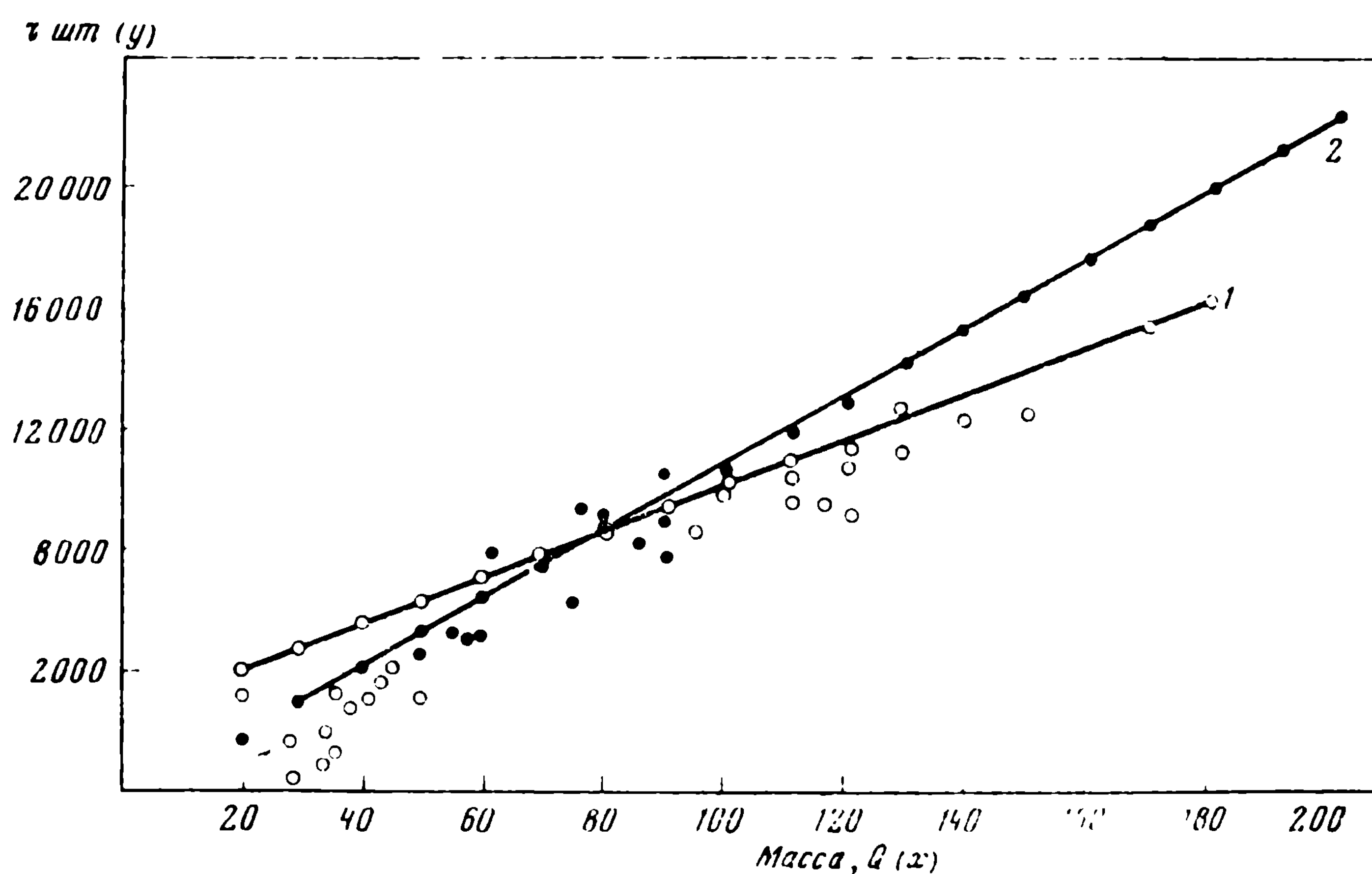


РИС. 3. Линия регрессии, показывающая зависимость плодовитости $r(y)$ от массы $Q(x)$ у ельца различных популяций

Условные обозначения те же, что и на рис. 1.

значно (табл. 3). Так, у ельца из р. Томи абсолютная плодовитость сильнее всего сопряжена с возрастом, коэффициент корреляции (r) равен 0,94; несколько меньше с массой ($r = 0{,}87$) и длиной тела ($r = 0{,}83$). У ельца из р. Аленки указанная связь проявляется иначе: абсолютная плодовитость наиболее сильно сопряжена с массой ($r = 0{,}98$) и несколько меньше с длиной ($r = 0{,}87$) и возрастом ($r = 0{,}86$). Неравнозначность популяции проявляется и при определении линии регрессии, показывающей изменение плодовитости на единицу длины, массы и возраста. Так, у ельца из р. Томь изменение плодовитости на единицу массы соответствует уравнению $y = 2{,}13 + 0{,}07x$, длины тела — $y = -5{,}47 + 0{,}77x$ и возраста — $y = -1{,}17 + 1{,}81x$. По-иному выглядит линия регрессии в популяции ельца из р. Аленки: на единицу массы соответствует $y = -0{,}25 + 0{,}11x$; длины тела — $y = -24 + 1{,}6x$ и возраста $y = -16{,}8 + 5{,}93x$.

Следовательно, линии регрессии в каждой конкретной популяции проявляются неодинаково (рис. 1—3).

Имеются ли различия между выявленными линиями регрессии, отражающими зависимость плодовитости от биологических показателей в разных популяциях? Используя t-критерий, нами установлено, что нет достоверных различий между линиями регрессии, показывающими зависимость плодовитости от массы, у ельца разных популяций ($t = 0{,}3$). Линии же регрессии, отражающие зависимость плодовитости от длины тела, достоверно различаются с вероятностью выше уровня значимости $P < 0{,}01$ ($t = 3{,}94$). Достоверность различий проявляется и между линиями регрессии, отражающими зависимость плодовитости с возрастом, с вероятностью выше 99% или выше уровня значимости $P < 0{,}001$ ($t = 3{,}8$).

Следовательно, корреляционно-регрессионный анализ позволил вскрыть специфичность, неравнозначность двух популяций сибирского ельца. Выявленные особенности проявляются в конкретной популяции, что объясняется конкретными условиями жизни, определяющими биологию вида.

ЛИТЕРАТУРА

Айвазян С. А. Статистическое исследование зависимостей. М.: Металлургия, 1968.

Анохина Л. Е. Закономерности изменения плодовитости рыб. М.: Наука, 1969.

Аристотель. О возникновении животных. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 141 с.

Бекетов А. Н. Гармония в природе.— Рус. вестник, 1860, т. 30, вып. 6.

Вольскис Р. С., Каминескене Б. А. Метод исследования плодовитости и ее зависимости от некоторых биологических параметров особей разных популяций вида.— В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов в пределах их ареалов. Моксляс, 1976, ч. 2.

Гундризер А. Н. Новый способ определения популяционной плодовитости рыб.— В кн.: Тез. докл. Конф. по вопр. рыб. хоз-ва Средней Азии и Казахстана. Фрунзе: Илим, 1968.

Дарвин Ч. Происхождение видов. М.; Л.: Сельхозгиз, 1937, с. 157—160.

Дрягин П. А. О полевых исследованиях размножения рыб.— Изв. ВНИОРХ. 1952, т. 30, с. 33.

Иоганзен Б. Г. Методы исследования динамики плодовитости рыб.— В кн.: Вторая экологическая конференция. 1950а, ч. 2.

Иогензен Б. Г. Определение величины посадки при рыбоводно-интродукционных работах.— Учен. зап. Том. ун-та, 1950б, № 13.
Иогензен Б. Г. К изучению плодовитости рыб.— Тр. Том. ун-та, 1955а, т. 131.
Иогензен Б. Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы— Вопр. ихтиологии, 1955б, вып. 3.
Иогензен Б. Г.; Загороднева Д. С. Плодовитость сибирского ельца и факторы, ее определяющие.— Учен. зап. Том. ун-та, 1950, № 15.
Иогензен Б. Г., Петкевич А. Н. Акклиматизация рыб в Западной Сибири. Новосибирск: Главсибрыбпром, 1951.
Иогензен Б. Г., Петкевич А. Н. Плодовитость промысловых рыб Западной Сибири. Новосибирск: Бараб. отд-ние ВНИОРХ, 1958.
Кафанова В. В. К изучению биологии размножения ельца на Средней Оби.— Тр. Том. ун-та, 1953, т. 125.
Кафанова В. В. К биологии размножения сибирского ельца.— Вопр. ихтиологии, 1954, вып. 2.
Лакин Г Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1973.
Никольский Г. В. Экология рыб. М.: Высш. школа, 1974а.
Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищ. пром-сть, 1974б.
Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975.
Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966.
Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. М.: Высш. школа, 1967.
Северцов С. А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1941.
Терентьев П. В., Ростова Н. С. Практикум по биометрии. Л.: ЛГУ, 1977.

УДК 639.2

ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТИ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА В ВОДОЕМАХ МАЛОНАСЕЛЕННЫХ РЕГИОНОВ СССР

П. А. МОИСЕЕВ, Е. Н. АЛЕКСАНДРОВА,
М. С. САВИНОВА

Настоящая работа является частью более широкого исследования современного состояния и перспектив развития любительского рыболовства в СССР, проведенного в плане рассмотрения соотношения потребностей населения в рыболовном отдыхе и возможностей их удовлетворения.

Спрос на этот вид отдыха формируется на населенных, урбанизированных территориях, основной массив которых в форме клина расположен в центральных и южных районах европейской части. В азиатской части населенные территории расположены полосой вдоль Транссибирской магистрали. Происходит также процесс формирования населенных территорий вне главной полосы расселения.

Было принято, что величина спроса определяется численностью городского населения, степенью урбанизированности территории.

Возможности удовлетворения потребностей в рыболовном отдыхе определяются наличием доступных водоемов, населенных популяциями рыб, представляющих интерес для любительского рыболовства, величиной рыбопродуктивности водоемов, степенью использования их промыслом, а также формой организации любительского рыболовства.

В пределах населенных территорий были выделены районы высокого, среднего и низкого спроса, для которых рассмотрены современные возможности его удовлетворения, а также перспективы развития организованного любительского рыболовства на базе повышения рыбопродуктивности и мелиорации малых водоемов с рыбным населением.

Организация любительского рыболовства в районах высокого спроса в первую очередь должна быть нацелена на повышение эффективности отдыха в выходные дни.

Целью настоящей работы является рассмотрение возможностей любительского рыболовства преимущественно во время отпуска на водоемах малонаселенных территорий, занимающих около 60% страны, где спрос местного населения на эту форму отдыха относительно низкий или практически отсутствует (плотность городского населения составляет менее 1 чел./км^2).

Малонаселенные территории сосредоточены главным образом в азиатской части страны — в Сибири и на Дальнем Востоке.

Протяженность рассматриваемого региона, заходящего в разные физико-географические зоны, определяет разнообразие его природных условий, в связи с чем появляется необходимость оценки природных условий по степени благоприятности для любительского рыболовства во время отпуска.

Сравнительной оценке были подвергнуты выделенные ранее 50 территориальных единиц (ТЕ), составляющих район низкого спроса на любительское рыболовство.

При рассмотрении условий для любительского рыболовства по территориальным единицам принималось во внимание, что для этого вида отдыха наиболее важными природными факторами являются: 1) богатство ихтиофауны; 2) количество и качество водоемов; 3) климатические особенности.

С учетом этого для оценки были приняты следующие шесть показателей:

1) видовое разнообразие ихтиофауны;

2) процентное отношение рыб спортивного лова к общему числу объектов любительского рыболовства;

3) густота речной сети;

4) озерность;

5) продолжительность периода с открытой ото льда водой;

6) продолжительность сезона со среднесуточными температурами воздуха выше 15°С.

Оценка проводилась по пятибалльной шкале. Интервалы на шкале баллов были приняты равномерными. Оценочный балл увеличивался с усилением благоприятности — 1 балл за худшие, но

не исключающие любительского рыболовства условия, 5 баллов за наиболее благоприятные условия.

ТЕ, в которых одно из трех определяющих условий имеет отрицательные для данной цели характеристики, считались практически не пригодными для организации любительского рыболовства, оценивались «нулевым баллом» и при дальнейшей оценке не учитывались. Таким образом, балловой оценке по 6 природным факторам подверглись только 43 ТЕ.

ТЕ, расположенные в северной и южной зонах Среднеазиатских пустынь (Каракумы, Кызылкум, юго-восточная часть плато Устюрт, северо-запад и юго-запад Бетпак-Дала) были оценены «нулевым баллом», так как постоянные водоемы отсутствуют и организованное любительское рыболовство исключено.

Видовое разнообразие ихтиофауны оценивалось по количеству объектов любительского рыболовства.

Общий перечень объектов любительского рыболовства, включающий 62 наименования, был составлен на основании списка видов рыб, являющихся объектами любительского лова, данного К. Гейнцем.

Оценка процентного отношения спортивно-вылавливаемых рыб к общему числу объектов любительского рыболовства позволила выделить ТЕ с большим количеством рыб интересного спортивного лова.

Оценка протяженности речной сети проводилась путем сравнения коэффициента густоты речной сети, рассчитанного для водотоков длиной более 50 км.

При оценке озерности территории сравнивался коэффициент озерности, при расчете которого принимались во внимание водоемы с площадью зеркала более 10 км², так как эти водоемы лучше учтены и в основном ими определяется степень обводненности территории.

Продолжительность периода открытой воды определялась по озерам с учетом более раннего замерзания и более позднего освобождения ото льда по сравнению с реками, и оценивалась через число месяцев со свободной ото льда поверхностью.

Климатические условия местности оценивались числом дней со среднесуточной температурой воздуха выше 15°С. Этот показатель был выбран на основании «Символической и словесной характеристики температурного режима», данной Л. И. Кайгородовым [1955], исходя из которой лето не считается теплым, если среднесуточные температуры воздуха ниже 14°С. О количестве дней с температурой воздуха выше 15°С судили на основании карты «Число дней со среднесуточной температурой воздуха выше 15°С».

Оценка малонаселенных территорий СССР по перечисленным выше природным факторам позволила выделить районы с богатым видовым разнообразием объектов любительского рыболовства, с высоким процентом рыб спортивного лова, с обилием разнообразных водоемов и благоприятными климатическими характеристиками, но не дала представления о районах в целом. В связи с этим совокупность природных условий оценивалась с помощью одного общего показателя.

Единой методики для нахождения общего показателя не существует, поэтому он рассчитывается различными методами для каждого конкретного случая.

В данной работе расчет общего показателя проводился несколькими методами: общий показатель подсчитывался по сумме частных оценок факторов; по произведению частных оценок факторов; комбинированным методом, при котором все факторы были разбиты на основные и второстепенные, основные перемножались, а второстепенные складывались; кроме того, общий показатель определялся по сумме частных оценок, причем основные факторы были взяты с коэффициентом 2 [Веденин, Мирошниченко, 1969]. Два следующих метода основаны на том, что все факторы были сгруппированы в 3 класса природных условий и оценены по пятибалльной шкале, общий показатель подсчитывался по сумме и по произведению трех частных оценок природных условий. При сравнении общего показателя, рассчитанного различными методами, были получены практически одинаковые результаты по трем из шести методов (по комбинированному методу и по методам суммирования и перемножения трех частных оценок природных условий).

После проведения анализа трех методов со сходными результатами было принято, что наиболее достоверным является способ нахождения общего показателя по сумме трех частных оценок природных условий. Общая оценка всего комплекса природных условий определялась как сумма трех частных оценок биологических, гидрологических и климатических условий, принимая, что они имеют равный вес для данного вида отдыха, при отсутствии лимитирующих значений какого-либо из этих условий.

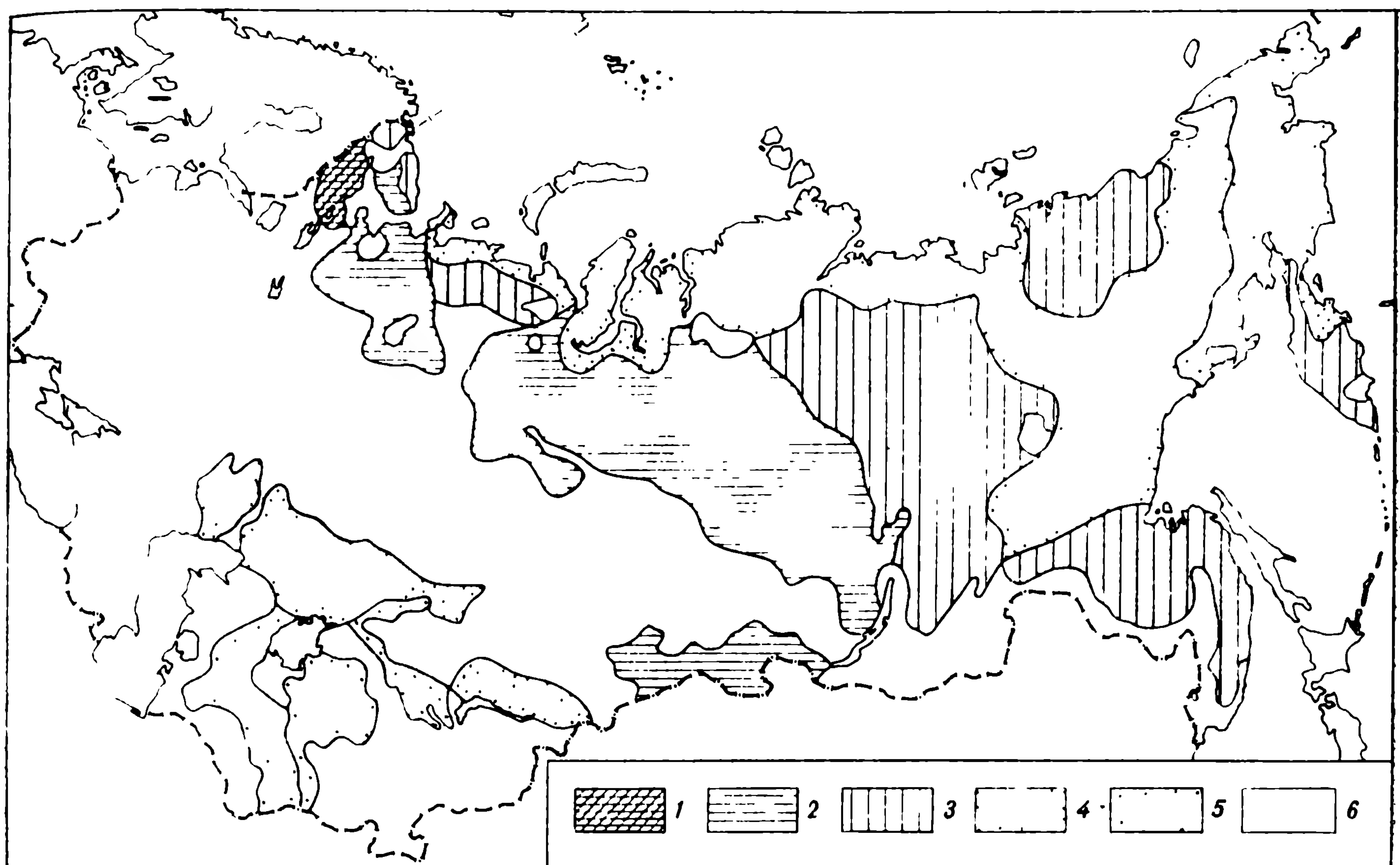
Исходя из полученных каждой ТЕ суммарных оценок, вся малонаселенная территория СССР была разделена на пять категорий по степени благоприятности природных условий для организации любительского рыболовства: 1) наиболее благоприятные; 2) благоприятные; 3) относительно благоприятные; 4) малоблагоприятные; 5) неблагоприятные и близкие к неблагоприятным. Особо выделены населенные территории.

На рисунке показано деление малонаселенных территорий СССР на 5 категорий благоприятности.

Анализ ТЕ по отдельным категориям позволил выявить некоторые закономерности в сочетании природных условий применительно к каждой территории.

Наиболее благоприятные территории получили высокие оценки по двум из трех рассматриваемых категорий природных условий; благоприятные — только по одной категории природных условий; относительно благоприятные характеризуются сочетанием в основном средних и низких оценок; к малоблагоприятным отошли районы с двумя низкими оценками природных условий; неблагоприятные и близкие к неблагоприятным — районы, получившие низкие оценки по всем природным условиям или оцененные «нулевым баллом».

Наиболее благоприятные территории для рекреационного лю-



Районирование малонаселенной территории Советского Союза по степени благоприятности для любительского рыболовства во время отпуска

Категории благоприятности малонаселенной территории: 1 — наиболее благоприятные; 2 — благоприятные; 3 — относительно благоприятные; 4 — малоблагоприятные; 5 — неблагоприятные и близкие к неблагоприятным; 6 — населенные территории

бительского рыболовства сосредоточены в бассейне Белого моря и занимают северную часть Карельской АССР с юга ограниченную р. Кемь.

Этот район является уникальным по величине акватории озер и их количеству, имеет развитую речную сеть, характеризуется разнообразием объектов любительского лова, высоким процентом объектов спортивного лова к общему их числу и относительно благоприятными климатическими и другими природными условиями.

Карелия представляет собой холмистую равнину, покрытую сосновыми лесами. Многочисленные озера Карелии всевозможных размеров занимают котловины тектонического и ледникового происхождения. Прозрачные, относительно глубокие озера с чистой холодной водой бедны органической жизнью, но населены ценными и интересно улавливаемыми видами рыб. Реки Карелии сильно зарегулированы озерами и многоводны.

В ихтиологическом отношении район входит в состав Европейского округа Ледовитоморской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области. Характерные представители ихтиофауны — лососи, сиги, хариус — являются очень ценными объектами любительского рыболовства.

Климат Карелии умеренный, период открытой воды на озерах длится не менее 6 месяцев, число дней с температурой выше 15°C меньше 30.

Район активно посещается рыболовами-туристами.

Интенсивность промысла и ухудшение условий нереста — загрязнение рек сточными водами, преграждение их плотинами, сплав леса (особенно молевой) — привели к резкому снижению запасов ценных лососевых рыб.

В настоящее время в реках Карелии, куда входят на нерест семга, сиги и др., лов наиболее ценных видов рыб запрещен в течение всего года повсеместно.

Территории, выделенные в категорию благоприятных в европейской части СССР, сосредоточены в бассейне Белого моря и занимают южную часть Кольского полуострова, часть Архангельской области и юго-запад Коми АССР. В Сибири они расположены в бассейне Карского моря и представлены двумя разобщенными массивами, один из которых включает озера Западно-Сибирской низменности и Средней Сибири, другой — малонаселенные районы Алтая и Саян.

Территории этой категории имеют разнообразную ихтиофауну, высокую обводненность.

Объектами любительского рыболовства в районе Кольского полуострова являются ценные проходные и туводные виды рыб: семга, кумжа, арктический голец, палия, хариус, форель и др.

Кольский район характеризуется малым количеством тепла. Количество дней с температурой выше 15°С менее 30. Зима снежная, не очень холодная, лето прохладное. Круглый год дуют преимущественно западные влажные ветры.

Характерной особенностью гидрографической сети Кольского полуострова является наличие в основном малых рек и озер. Период открытой воды на озерах около 5 месяцев.

Малонаселенные районы Архангельской области и Коми АССР, относящиеся к категории благоприятных, целиком расположены в пределах Двинско-Мезенской тайги и характеризуются менее суровым климатом, чем Кольский район. Количество дней с температурой выше 15°С 30—60. Период открытой воды на озерах длится 6 месяцев. Значительное превышение атмосферных осадков над испарением обусловливает широкое распространение малых озер и болот на территории района, особенно на севере.

Реки района характеризуются четко выраженным, высоким весенним половодьем, летними и осенними паводками.

Среди прочих объектов любительского лова здесь встречаются ценные породы рыб: семга, кумжа, пельма, сиг, хариус и др., характерные представители Циркумполярной подобласти.

Популярностью у рыболовов пользуется р. Вычегда с притоками, Лекшмозеро в Архангельской области.

Районы, расположенные в бассейне Карского моря, включают Северо-Сосьвинскую, Обско-Пурскую, Приенисейскую, Среднеобскую провинции лесоболотной ландшафтной зоны Западной и Средней Сибири, а также Алтайскую, Тувинскую, южную часть Саянской горные области Южной Сибири. В ихтиологическом отношении эти территории попадают в Сибирский округ Ледовитоморской

провинции Голарктической фаунистической области. Водоемы Западной Сибири богаты ценными объектами любительского рыболовства — тайменем, ленком, хариусом, нельмой, щукой, налимом, окунем и др.

Большой популярностью у рыболовов пользуются притоки Оби и Енисея. Этот территориальный массив целиком расположен в зоне тайги.

Количество дней с температурой выше 15°С на территориях, входящих в состав Западно-Сибирской низменности, 30—60, продолжительность периода открытой воды 5 месяцев, на территориях Средней Сибири — соответственно менее 30 дней и 4 месяца.

Район, расположенный в горной части Южной Сибири, характеризуются разнообразием объектов любительского рыболовства, развитой гидрографической сетью и благоприятными климатическими оценками. Этот район попадает в степную и лесостепную зоны.

В Тувинской АССР излюбленными местами рыболовов являются горные озера, особенно оз. Холь-Туль-Чук, которое расположено высоко в горах, проточное, труднодоступное, одно из немногих совершенно не тронутых мест, славится обилием хариуса; интересны для рыболовов бассейны рек М. и Б. Енисея, Хамсары, ихтиофауна которых представлена такими видами рыб, как ленок, таймень, хариус, щука, налим, сиг, окунь и др. На многих водоемах этого района сильно развит промысловый лов, который сильно подрывает запасы рыб, в связи с чем наложен запрет на вылов сига в бассейне р. М. Енисей. Ограничений для спортивно-любительского рыболовства на этих водоемах нет.

Озера Горного Алтая очень бедны рыбой. Во многих озерах и большинстве горных потоков рыба отсутствует. Попытки зарыбить их форелью не увенчались успехом.

Славится своей красотой и великолепным ландшафтом Телецкое озеро, расположенное на северо-востоке Алтайских гор. В озере исключительно чистая вода, предельно насыщенная кислородом, температура воды редко опускается ниже 0°С. Оно замерзает раз в 5—8 лет и то на короткий срок (февраль—март). В озере обитают 10 видов рыб: таймень, ленок, хариус, телецкий сиг, налим, судак, щука, телецкий елец (чебак) и др., но запасы этих видов рыб невелики. Возможен скорый запрет на лов тайменя, так как его запасы резко сократились из-за сплава леса по р. Бия. На вылов ленка наложен полный запрет как в озере, так и в реках.

В реках Горного Алтая рыболовы-любители ловят в основном хариуса.

Относительно благоприятные территории представлены отдельными районами.

В европейской части это север Кольского полуострова, относящийся к бассейну Баренцова моря, и часть Ненецкого национального округа, расположенная южнее Северного Полярного круга. В Азиатской части — северо-восточная часть Средне-Сибир-

ского плоскогорья, Яно-Индигирская и Колымская низменности, Забайкалье, бассейн р. Амур, материковое побережье Японского моря, большая часть Камчатки.

Для этой группы районов характерны довольно высокие оценки по одному или двум природным факторам.

Север Кольского полуострова расположен в зоне тундры и лесотундры. Гидрографическая сеть развита, характерными являются небольшие реки, в которых нерестится семга.

На вылов семги наложен запрет, однако в 1974—1975 гг. на реках Титовке и Вороньей был организован лицензионный лов семги спинингом и нахлыстом с 15 июня по 15 сентября на специальных участках. Билеты на право лова были отпечатаны в количестве 2000 штук себестоимостью по 6 р. На реке Титовке был установлен лимит в 400 штук семги. За 3 месяца 1507 человек выловили 386 особей семги и 26 горбуши.

Все относительно благоприятные районы Азиатской части СССР, за исключением бассейна р. Амур, оз. Байкал и Камчатки в ихтиологическом отношении попадают в Сибирский округ Ледовитоморской провинции Голарктической фаунистической области и характеризуются широким распространением тайменей, ленков.

Северо-восточный район Средне-Сибирского плоскогорья расположен в зоне тайги. В ихтиологическом отношении район входит в Сибирский округ Ледовитоморской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области, характеризуется разнообразной ихтиофауной и высоким процентом видов рыб интересного спортивного лова по отношению к общему числу объектов лова. Широкое распространение здесь имеют ленок, таймень, нельма, язь, сибирский елец, налим и др.

Район Яно-Индигирской и Колымской низменностей расположен в двух ландшафтных зонах: северная часть, включающая Яно-Индигирскую низменость и северные районы Колымской низменности, в зоне тундры, а также южная часть, включающая Средне-Индигирскую и южные районы Колымской низменностей, в лесной зоне. Северная часть составляет Приморскую природную провинцию, а южная — Колымо-Индигирскую природную провинцию.

В целом район характеризуется сравнительно густой речной сетью. Реки отличаются спокойным течением и резкими изменениями расходов по сезонам года. В ихтиологическом отношении рассматриваемый район попадает в Сибирский округ Ледовитоморской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области. Объекты любительского лова: арктический голец, таймень, хариус, нельма, сибирский елец, налим, щука и др.

В реках Колыме, Индигирке любителей-рыболовов привлекает спортивный лов хариуса, который хорошо ловится с июля по сентябрь и зимой.

Запретные места расположены в дельтовых участках рек Яны, Индигирки, Колымы — это места нагула сиговых рыб.

Камчатский район, занимающий всю восточную часть полуострова, расположен в зоне лесов преимущественно с каменной березой.

Восточная часть Камчатки представляет собой приподнятую платообразную холмистую равнину с многочисленными конусами вулканов. Климат района морской. Район характеризуется высоким процентом видов рыб спортивного лова, густой речной сетью и большим количеством озер, преимущественно малых размеров.

В ихтиологическом отношении Камчатский район попадает в Охотско-Камчатский округ Тихоокеанской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области. Объектом любительского лова здесь являются: камчатский лосось, кижуч, нерка, чавыча, голец, кунджа, микижа и др. Имеются запреты на вылов ценных рыб.

В. 1974 г. в качестве эксперимента введен лицензионный лов лососевых для любителей-рыболовов на р. Авача. Путевки выкуплены все: из 52 путевок 17 были использованы на ловле чавычи, остальные — на ловле кижуча (август). Был отведен один участок, где рыбалка разрешалась 3 дня в неделю, с ограничением не более 50 человек в день.

В западных районах на вылов камчатского лосося, нерки, чавычи наложен запрет.

Район, включающий бассейн Амура, входит в Амурский округ Амурской провинции Амурской фаунистической области. Для Амура характерны эндемичные формы: амурская щука, амурский язь, амурский сом, черный лещ, белый лещ, змееголов, калуга, белый амур и др.

Район отличается относительно мягким климатом: период открытой воды длится 6—7 месяцев, количество дней с температурой выше 15°С — от 30 до 60.

В Хабаровском крае большой интерес для любительского лова представляет р. Амур с притоками. В реке обитает около 100 видов рыб: калуга, осетр, желтощек, сом, сазан, щука, белый амур, линь, китайский змеелов, уссурийская касатка и др. В период муссонных дождей всякий лов прекращается (июль—август).

На вылов горбуши, летней и осенней кеты в р. Амур наложен полный запрет. С 1958 г. существует официальный запрет на осетровых рыб (стерлядь, осетр, калуга).

Материковое побережье Японского моря относится к приморскому округу приморской провинции Амурской фаунистической области. Объектами лова здесь являются: кунджа, сибирский хариус, карась и др.

Малоблагоприятные для развития любительского рыболовства территории распространены главным образом на севере и востоке нашей страны. Непрерывной полосой они тянутся по зоне тундр и арктических пустынь от мыса Канин Нос до Верхоянского хребта, а восточнее последнего спускаются в лесную зону, занимая значительную часть материковой территории СССР, за исключением Яно-Индигирской и Колымской низменности, Амурского и Чу-

котского бассейнов и северо-восточного побережья Охотского моря.

Обособленный район, относящийся к категории малоблагоприятных, расположен севернее Каспийского моря в зоне степей и полупустынь.

Малоблагоприятный район, расположенный на севере и востоке СССР, характеризуется суровыми климатическими условиями, длительной зимой, коротким летом. Температуры выше 15°С наблюдаются здесь менее 30 дней в году, а период открытой воды длится 3—4 месяца.

Обводненность этих территорий сравнительно не высока, преобладают небольшие промерзающие водоемы.

В ихтиологическом отношении малоблагоприятные районы европейской части малонаселенной зоны СССР, попадают в Европейский округ, а азиатской части — в Сибирский округ Ледовитоморской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области. Объектами любительского лова здесь являются голец, нельма, хариус, таймень и др.

Интерес представляют отдельные водоемы, например оз. Таймыр.

Малоблагоприятные районы на востоке Советского Союза входят в Анадырский и Охотско-Камчатский округа Тихоокеанской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области и характеризуются распространением арктического гольца, нельмы, налима в бассейне Берингова моря, камчатского лосося, чавычи, гольца, кунджи, хариуса в бассейне Охотского моря.

На территории Охотскрыбвода любителями используются только 50 водоемов. Остальные не используются из-за отдаленности и отсутствия подъездных дорог. В пределах данной территории в виде эксперимента практикуется лицензионный лов лососевых рыб на водоемах, где отсутствует промышленный лов.

Малоблагоприятные территории, расположенные в зоне степей и полупустынь, отмечаются низкой обводненностью, сравнительно небольшим разнообразием объектов любительского лова и своеобразием климатических условий. Непересыхающие водоемы редки, однако большое количество дней в году с температурой выше 15°С (90—150) и длительный период открытой воды на озерах (до 7 месяцев) способствуют формированию в них высокой рыбопродуктивности.

Эти территории входят в Каспийский и Аральский округа Понто-Арало-Каспийской провинции. Здесь распространены щука, окунь, судак, язь, карп и др.

Неблагоприятные и близкие к неблагоприятным территории сосредоточены главным образом в зоне пустынь, а также узкой полосой тянутся по побережью Чукотского и западной части Охотского морей.

Неблагоприятные и близкие к неблагоприятным районы характеризуются бедным видовым разнообразием ихтиофауны и малой обводненностью территории.

В ихтиологическом отношении южные пустынные районы попадают в две подобласти Голарктической фаунистической области — Средиземноморскую (Аральский округ Понто-Арало-Каспийской провинции, Туркменский округ Иранской провинции, Туркестанская провинция), а северо-восточные районы — в Сибирский округ Ледовитоморской провинции и Охотско-Камчатский округ Тихоокеанской провинции Циркумполярной подобласти Голарктической фаунистической области.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА ПО РАЙОНАМ

Наиболее благоприятным районом для любительского рыболовства в малонаселенной зоне Советского Союза является Карелия. Она отличается исключительно большим количеством водоемов, населенных разнообразной ихтиофауной, велик процент интересно улавливаемых рыб (лососевые). Климатические условия относительно благоприятны для рекреации. В этом районе предлагается преимущественно организация обслуживания самодеятельного рыболовного туризма и отдыха. Для этого необходимо:

— провести работы по учету численности и распределению популяции лососевых рыб. Популяции, использование которых промыслом нецелесообразно (из-за малой доступности, ограниченной численности), могут быть переданы любительскому рыболовству с ловом за определенную плату (по лицензиям) или бесплатно;

— выявить территории или группы озер, населенные частиковыми и другими рыбами, не представляющими особой ценности для промысла, но интересными для любительского рыболовства и предоставить их для любительского рыболовства без ограничений, кроме соответствующих правил рыболовства;

— на водоемах, населенных высокоценными популяциями лососевых, представляющих интерес для промысла, по возможности (исходя из состояния запасов), выделить участки и лимиты для спортивного лицензионного лова и оборудовать базы для обслуживания спортсменов;

— соответствующим образом оборудовать места массового заезда рыболовов — туристов в целях сохранения околоводного ландшафта. Учитывая медленные темпы производства рыбных запасов в северных водоемах, следить за их состоянием в местах высоких концентраций рыболовов и в случае необходимости вводить ограничения вылова.

Благоприятные районы по условиям любительского рыболовства характеризуются хорошим составом ихтиофауны, достаточно большим числом водоемов, относительно благоприятными климатическими условиями.

В большинстве этих районов в связи с отсутствием ценных проходных лососей меньше ограничений на любительское рыболовство вообще и на лов лососевых, среди последних здесь особый интерес представляет таймень, ленок, хариус.

В районах этой категории перспективна организация обслуживания самодеятельного туризма. Использование рыбного ресурса возможно без особых ограничений (за исключением бассейна Белого моря, населенного проходными лососями) с соблюдением соответствующих правил рыболовства, необходимо составление путеводителей, разработка маршрутов по интересным водоемам, составление туристических карт и схем, охрана среды и рыбных запасов в местах массовых концентраций приезжающих.

В категорию относительно благоприятных вошли довольно разнородные территории. Невысокая степень их благоприятности определяется относительно небольшим числом водоемов или суровостью климата, что является известным препятствием развитию массового рыболовного туризма, однако и эти районы имеют значительные возможности и привлекают наличием в некоторых из них (реки севера Кольского полуострова, Камчатки, Дальнего Востока) проходных лососей и других интересных рыб.

В этих районах перспективны:

— лицензионный лов ценных рыб (лососей) с обслуживанием на стационарах или специально оборудованных маршрутах;

— обслуживание самодеятельных рыболовов-туристов, привлекаемых своеобразием природных условий, интересной рыбной ловлей.

Малоблагоприятные и неблагоприятные районы отличаются наиболее суровыми климатическими условиями, в ряде мест — малым числом водоемов, сравнительно ограниченным рыбным ресурсом. Однако на обширных территориях этого типа имеется немалое число привлекательных водоемов (оз. Таймыр и другие тундровые озера, крупные сибирские реки), населенных гольцами и прочими интересными рыбами. На наиболее интересных водоемах могут быть организованы базы для обслуживания рыболовов-туристов, наличие которых в значительной мере устраняет опасность и неудобства, связанные с суровым климатом.

Следует иметь в виду, что в настоящее время малонаселенные районы интенсивно осваиваются в связи с разработкой полезных ископаемых и лесных богатств, гидростроительством и т. д. В связи с этим возникают небольшие очаги с относительно высокой плотностью населения, часто технически хорошо оснащенного (вездеходами, аэросанями, плавсредствами, орудиями неспортивного лова). В этих местах в интересах сохранения рекреационного ресурса должен осуществляться надзор в целях сохранения чистоты вод, околоводного ландшафта и соблюдения правил любительского рыболовства.

ЛИТЕРАТУРА

Веденин Ю. А., Мирошниченко Н. Н. Оценка природных условий для организации отдыха.— Изв. АН СССР. Сер. географ., 1969, № 4.

Кайгородов А. И. Символическая и словесная характеристика температурного режима.— В кн.: Климатический атлас СССР. М.: 1960, т. 1.

Мухина Л. И. Вопросы методики природных комплексов. Изв. АН СССР, Сер. географ., 1970, № 6.

СОДЕРЖАНИЕ

А. И. Гундризер, В. К. Попков. Биологические ресурсы водоемов Алтайско-Саянской горной системы и их рациональное использование 5

В. П. Соловов. Продуктивность водоемов Алтайского края и пути их интенсивного рыбохозяйственного освоения 13

И. С. Мухачев. Биологические ресурсы озер Западной Сибири и их мелиорация 24

С. С. Фолитарек. Проблема комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер Западной Сибири 33

З. А. Иванова. Комплексные методы повышения рыбопродуктивности прудов Сибири 45

Г. П. Сигиневич, И. С. Романов. Опыт выращивания лососевых рыб в соленых озерах на юге Красноярского края 54

А. Г Егоров. Рыбные ресурсы водоемов Восточной Сибири и их рациональное использование 61

Ф. Н. Кириллов. Рыбные ресурсы водоемов Якутии и перспективы их использования 75

И. И. Куренков. Биологические ресурсы внутренних водоемов Камчатки 87

В. Н. Долгин, О. Д. Новикова. Гидробиология водоемов п-ова Ямал 98

Т. А. Сафонова. Флора водорослей, ее особенности и роль в биологической продуктивности водоемов Западной Сибири 108

Т. Л. Студеникина. Артемия салина озер Западной Сибири как стартовый корм для молоди сиговых и карповых рыб 117

Н. А. Залозный. Роль олигохет и пиявок в экосистемах водоемов Западной Сибири 124

А. И. Рузанова. Личинки хирономид водоемов Западной Сибири и их роль в питании рыб 144

В. А. Гундризер. Пресноводные моллюски Средней Сибири, их роль в продуктивности водоемов и питании рыб 164

О. М. Кожова, Н. И. Башарова. Продуктивность ангарских водохранилищ 175

Е. Б. Павельева. Уровень трофии оз. Дальнего (Камчатка) в 70-х годах 189

С. П. Беликин, В. Г Марковцев, Е. И. Рачек, Ю. А. Фоменко. Гидрологическая и биологическая характеристика водоема-охладителя Приморской ГРЭС и перспективы его рыбохозяйственного освоения 199

В. В. Пильщиков. Влияние некоторых абиотических факторов на рост, численность и величину вылова рыб в оз. Ханка 209

Л. А. Волкова. Экологические аспекты поведения рыб оз. Байкал 217

Б. Г. Иоганзен, В. В. Кафанова, А. П. Петлина. Плодовитость рыб как популяционное приспособление 235

П. А. Моисеев, Е. Н. Александрова, М. С. Савинова. Оценка природных условий, определяющих возможности любительского рыболовства в водоемах малонаселенных регионов СССР 245

УДК 639.2.03

Гундризер А. Н., Попков В. К. **Биологические ресурсы водоемов Алтайско-Саянской горной системы и их рациональное использование.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Важным направлением в развитии рыбного хозяйства Горного Алтая является акклиматизация и выращивание сиговых в озерах, создание зон любительского лова, заказников и т. д.

Библиогр. 21 назв.

УДК 639.21

Соловов В. П. **Водоемы Алтайского края и пути их интенсивного рыбохозяйственного освоения.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Озерный фонд края составляют 127,6 тыс. га пресных и 169,6 тыс. га минерализованных водоемов, речной рыбохозяйственный фонд первой категории включает 2,7 тыс. км. Первичная продукция макрофитов равнинных озер колеблется от 380 до 1800 ккал/м^2 первичная продукция фитопланктона 1000—2000 ккал/м^2. Летняя биомасса зоопланктона по многолетним наблюдениям составила 1,02—42,0 г/м^3, биомасса бентоса — 0,85—50,8 г/м^2. В наиболее продуктивных озерах рыбы используют 0,2% общей первичной продукции. Главный путь интенсификации рыбного хозяйства — создание озерных товарных хозяйств.

Табл. 4, библиогр. 22 назв.

УДК 639.21

Мухачев И. С. **Биологические ресурсы озер Западной Сибири и их мелиорация.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Приводятся сведения о развитии нового направления в системе рыбного хозяйства — озерного товарного рыбоводства и коренной мелиорации водоемов.

Табл. 2, библиогр. 26 назв.

УДК 639.2.052.2

Фолитарек С. С. **Проблема комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер Западной Сибири.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Показана необходимость ведения озерного хозяйства в Западной Сибири. Ставится задача создания высокопродуктивных озерных хозяйств нового типа. Эта проблема объединяет интересы рыбного, водного, охотничьего, сельского и других отраслей хозяйства.

Библиогр. 25 назв.

УДК 639.312

Иванова З. А. **Комплексные методы повышения рыбопродуктивности прудов Сибири.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Развитие интенсивного прудового хозяйства начато в 60-х годах. За последнее десятилетие произошли качественные изменения в развитии прудового хозяйства. Созданы крупные карповые рыбоводные комплексы. Описаны методы интенсификации.

Табл. 10, библиогр. 16 назв.

УДК 639.371.12.001.4

Сигиневич Г. П., Романов Н. С. **Опыт выращивания лососевых рыб в соленых озерах на юге Красноярского края.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

В оз. Беле проведен опыт по выращиванию кеты и горбуши. На первом году жизни кета выросла с 0,4 до 355 г, горбуша — с 0,4 до 312 г. Рыбы питались в основном бокоплавом, кормовой коэффициент 3,2. На втором году жизни к августу самцы горбуши выросли до 1,4 кг, самки — 1 кг, рыбы созрели. Промвозврат составил 10%. Кета к ноябрю достигла массы 0,9 кг. Промвозврат составил 16,8%. Вылов кеты продолжается.

Табл. 1, библиогр. 2 назв.

УДК 639.312

Егоров А. Г. **Рыбные ресурсы водоемов Восточной Сибири и их рациональное использование.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Обобщены результаты многолетних научных исследований по кормовой базе и ихтиофауне естественных и искусственных водоемов Восточной Сибири, включая оз. Байкал, и высказаны основные рекомендации по дальнейшей разработке научных основ освоения потенциальных рыбопродукционных возможностей водоемов путем развития на их базе современных наиболее интенсивных и экономически эффективных форм озерного, озерно-прудового, прудового, садкового, бассейнового и других форм рыбоводства.

Библиогр. 30 назв.

УДК 597

Кириллов Ф. Н. **Рыбные ресурсы водоемов Якутии и перспективы их использования.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984 г.

В статье освещено современное рыбных ресурсов водоемов Якутии.

Табл. 1, библиогр. 14 назв.

УДК 577.472

Куренков И. И. **Биологические ресурсы внутренних водоемов Камчатки.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Реки и озера Камчатки рассматриваются прежде всего как водоемы, имеющие важное нерестово-выростное значение для воспроизводства крупных стад тихоокеанских лососей. Приводятся краткие гидробиологические и гидрологические характеристики водоемов, сведения об ихтиофауне и ее распределении по полуострову. Обращается внимание на исключительно высокую промысловую продуктивность водоемов Камчатки. Намечаются основные пути улучшения условий естественного воспроизводства и заводского разведения лососей.

Табл. 2, библиогр. 25 назв.

УДК 574

Долгин В. Н., Новикова О. Д. **Гидробиология водоемов п-ова Ямал.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984 г.

Описан видовой состав зоопланктона и моллюсков п-ова Ямал.

Табл. 4. библиогр. 6 назв.

УДК 582.26(571.1)

Сафонова Т. А. **Флора водорослей, ее особенности и роль в биологической продукции водоемов Западной Сибири.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

На основании обзора литературных материалов, содержащих сведения по составу водорослей водоемов Западной Сибири, подведен итог изучению альгофлоры этой области. Выявлены особенности систематической структуры альгофлоры Западной Сибири в целом и водоемов различных типов. Приведены некоторые данные о продукции водорослевых ценозов западносибирских водоемов.

Табл. 1, библиогр. 28 назв.

УДК 591.5

Студеникина Т. Л. **Артемия салина озер Западной Сибири как стартовый корм для молоди сиговых и карповых рыб.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

В Алтайском крае артемия обитает на площади более 100 тыс. га, некоторые озера могут стать местом сбора ее яиц. Биомасса рачков в озерах колебалась от 1,6 до 66,33 г/м^3, запас яиц подвержен значительным колебаниям: оз. Б. Яровое в 1978 г.— 31 т, в 1979 г.— 89 т. В Алтайском крае необходимо строительство цеха переработки яиц артемии.

Табл. 3, библиогр. 8 назв.

УДК 592.473.595.142.3.143

Залозный Н. А. **Роль олигохет и пиявок в экосистемах водоемов Западной Сибири.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Уточнен видовой состав олигохет и пиявок различных водоемов Западной Сибири. Дана общая схема распределения обеих групп червей по типам водоемов. Показано различие в заселенности биотопов червями речных вод, озер и водохранилищ. Выявлены продукционные возможности олигохет и пиявок водоемов Алтая, бассейна Верхней, Средней и Нижней Оби и Иртыша, водоемов Крайнего Севера Западной Сибири. Определено, что некоторые виды олигохет и пиявок обнаруживают тенденцию к независимому от зональных границ распространению и составляют основу западносибирского комплекса червей.

Табл. 2, библиогр. 75 назв.

УДК 639.3.043

Рузанова А. И. **Личинки хирономид водоемов Западной Сибири и их роль в питании рыб.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Хирономиды наиболее интенсивно используются в питании рыб в речной и придаточной системах Оби и Иртыша. Также интенсивно потребляются хирономиды в водохранилищах и многих озерах юга Западной Сибири. В пойменных водоемах хирономиды используются весной и в первой половине лета. Очень слабо поедают хиронамид рыбы таежных озер.

Библиогр. 90 назв.

УДК 594

Гундризер В. А. **Пресноводные моллюски Средней Сибири, их роль в продуктивности водоемов и питании рыб.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Показано значение моллюсков в формировании продуктивности водоемов и питании рыб.

Табл. 1, библиогр. 55 назв.

УДК 594

Кожова О. М., Башарова Н. И. **Продуктивность ангарских водохранилищ.**—В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Определение продуктивности — один из наиболее важных аспектов изучения ангарских водохранилищ. Большой интерес в рыбохозяйственном отношении представляют Братское и Усть-Илимское водохранилища. Они обладают значительными кормовыми ресурсами для рыб.

Табл. 2, библиогр. 40 назв.

УДК 594

Павельева Е. Б. **Уровень трофии оз. Дальнего (Камчатка) в 70-годах.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Определение сезонного хода первичного продуцирования органического вещества в оз. Дальнем в 1970—1971 и 1979 гг. показало, что в настоящее время уровень его стабилизировался и выражается в среднем величинами, характерными для водоемов средней степени трофии. Но во второй половине лета продукция фитопланктона держится на низком уровне, в чем и проявляется тенденция относительной олиготрофизации, просходящей в настоящее время после снижения численности нерестующей красной в озере.

Целесообразно было бы проводить рыбохозяйственные работы по удобрению лососевых озер, но прежде необходимо всесторонне изучить специфику каждой экосистемы во избежание нежелательных последствий фертилизации.

Табл. 1, ил. 4, библиогр. 43 назв.

УДК 639.2/.3

Беликин С. П., Марковцев В. Г., Рачек Е. И., Фоменко Ю. А. **Гидрологическая и биологическая характеристика водоема-охладителя Приморской ГРЭС и перспектива его рыбохозяйственного освоения.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Благоприятный гидрологический и гидрохимический режим водохранилища способствует формированию существенной кормовой базы для растительноядных рыб. Продукция фитопланктона и макрофитов способна сформировать в течение сезона 1200—1400 ц массы этих рыб. Термический режим водохранилища создает возможности садкового выращивания сазана или карпа. Результаты эксперимента показали, что при стандартной навеске посадочного материала и сбалансированных кормах рыбопродуктивность может составить порядка 100 кг/м^2 садка. Общая возможная продукция садкового хозяйства может составить около 10 тыс. ц рыбы в год.

Табл. 4, ил. 1, библиогр. 18 назв.

УДК 639.2/.3

В. В. Пильщиков. **Влияние некоторых абиотических факторов на рост, численность и величину вылова рыб в оз. Ханка.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Рассматриваются связи некоторых абиотических факторов (солнечная активность, уровень и температура воды, количество осадков) с ростом, численностью и уловами наиболее массовых промысловых рыб оз. Ханка.

Указывается на основополагающее значение периодических изменений солнечной активности в динамике гидрометеорологических и гидробиологических процессов.

Отмечается наличие связи между темпом роста рыб и количеством осадков, уловами и колебанием уровня, численностью и всеми рассмотренными факторами.

Делается вывод о возможности использования выявленных связей при прогнозировании уловов.

Табл. 2, ил. 5, библиогр. 12 назв.

УДК 597.0/5—15

Волкова Л. А. **Экологические аспекты поведения рыб озера Байкал.**— В Биологические ресурсы Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Краткий итог многолетних исследований по изучению экологических особенностей поведения девяти видов рыб оз. Байкал, большинство из которых имеет промысловое значение. Рассмотрены особенности фотореакции у разных по экологии рыб в онтогенезе. Выявлены суточные ритмы в пищевой и двигательной активности рыб, доступность кормовых организмов рыбам на разных этапах развития, при этом выяснена биологическая роль зрения исследуемых рыб; рассмотрены особенности стайного поведения рыб и становление оборонительной реакции на хищника у омуля — одного из основных объектов промысла на Байкале. Результаты исследований обобщены в виде схемы, дающей представление об оборонительных и пищевых взаимоотношениях типа рыба $\rightleftarrows$ рыба на протяжении суток в пелагиали Байкала и его прибрежно-соровой части.

Табл. 2, ил. 3, библиогр. 75 назв.

УДК 597

Иоганзен Б. Г., Кафанова В. В., Петлина А. П. **Плодовитость рыб как популяционное приспособление.** М.: Наука, 1984.

Показана зависимость плодовитости рыб от некоторых биологических показателей.

Табл. 3, ил. 3, библиогр. 25 назв.

УДК 639.2

Моисеев П. А., Александрова Е. Н., Савинова М. С. **Оценка природных условий, определяющих возможности любительского рыболовства в водоемах малонаселенных регионов СССР.**— В кн.: Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984.

Показаны современное состояние и перспективы развития любительского рыболовства в малонаселенных районах СССР.

Ил. 1, библиогр. 3 назв.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГИДРОСФЕРЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Утверждено к печати
Лимнологическим институтом
Сибирского отделения Академии наук СССР

Редактор издательства А. М. Гидалевич
Художник М. Г. Ибрагимов
Художественный редактор Н. Н. Власик
Технический редактор И. Н. Жмуркина
Корректор Д. Ф. Арапова

ИБ № 27292

Сдано в набор 05.09.83. Подписано к печати 14.12.83. Т-10095. Формат 60×90$^{1}/_{16}$. Бумага типографская № 3. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Усл. печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 18,9. Усл. кр.-отт. 16,5. Тираж 1000 экз. Тип. зак. 783. Цена 3 р. 20 к.

Издательство «Наука»
117864 ГСП-7, Москва В-485
Профсоюзная ул., 90.

4-я типография издательства «Наука»
630077, Новосибирск-77, Станиславского, 25.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НАУКА» ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ:

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РЫБ.

20 л. 3 р. 50 коп.

Представлены обобщающие статьи, отражающие состояние теоретических и практических разработок во многих областях экологической физиологии и биохимии рыб. Статьи сборника посвящены вопросам физиологии онтогенеза, эндокринологии, физиологии и биохимии пищеварения, осмотической и ионной регуляции, популяционной физиологии и др. Для гидробиологов, ихтиологов, физиологов, работников рыбного хозяйства.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОХРАНИЛИЩ.

20 л. 3 р. 50 коп.

В сборнике освещаются состояние и перспективы развития и использования биологических ресурсов водохранилищ. Рассматриваются продукционные возможности водохранилищ, их гидрологический и гидродинамический режим, формирование кормовой базы рыб и ее использование ими, комплексное водопользование, эффективность воспроизводства рыбных запасов и другие вопросы.

Для ихтиологов, гидробиологов, рыбоводов, специалистов рыбного хозяйства и охраны природы.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу: 117192, Москва, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»; 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкнига», имеющий отдел «Книга — почтой».

480091 **Алма-Ата,** ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»);
370005 **Баку,** ул. Джапаридзе, 13 («Книга — почтой»);
320093 **Днепропетровск,** проспект Гагарина, 24 («Книга — почтой»);
734001 **Душанбе,** проспект Ленина, 95 («Книга — почтой»);
375002 **Ереван,** ул. Туманяна, 31;
664033 **Иркутск,** ул. Лермонтова, 289;
420043 **Казань,** ул. Достоевского, 53;
252030 **Киев,** ул. Ленина, 42;
252030 **Киев,** ул. Пирогова, 2;
252142 **Киев,** проспект Вернадского, 79;
252030 **Киев,** ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»);
277012 **Кишинев,** проспект Ленина, 148 («Книга — почтой»);
343900 **Краматорск** Донецкой обл., ул. Марата, 1;
660049 **Красноярск,** проспект Мира, 84;
443002 **Куйбышев,** проспект Ленина, 2 («Книга — почтой»);
191104 **Ленинград,** Литейный проспект, 57;
199164 **Ленинград,** Таможенный пер., 2;
196034 **Ленинград,** В/О, 9 линия, 16;
220012 **Минск,** Ленинский проспект, («Книга — почтой»);
103009 **Москва,** ул. Горького, 19а;
117312 **Москва,** ул. Вавилова, 55/7;
630076 **Новосибирск,** Красный проспек 51;
630090 **Новосибирск,** Академгородок, Морской проспект, 22 («Книга — почтой»);
142292 **Пущино,** Московская обл., МР, «В», 1;
620151 **Свердловск,** ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»);
700029 **Ташкент,** ул. Ленина, 73;
700100 **Ташкент,** ул. Шота Руставели, 43;
700187 **Ташкент,** ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»);
634050 **Томск,** наб. реки Ушайки, 18;
450059 **Уфа,** ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»);
450025 **Уфа,** ул. Коммунистическая, 49;
720001 **Фрунзе,** бульвар Дзержинского, 42 («Книга — почтой»);
310078 **Харьков,** ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»).